

**ANALISIS PENCAPAIAN TARGET PEMBANGUNAN RUMAH
DENGAN TEKNIK EVALUASI DAN REVIEW PROYEK**

(Studi kasus pada Pertunahan Bumi Permata Sudiang Tahun 1997 - 2002)



PERPUSTAKAAN UNIVERSITAS HASANUDDIN	
Tgl. Terima	16 09 03
Asal Dari	Fak Mipa
Banyaknya	1 (satu)
Harga	Habis
Oleh	No. Inventaris
	03 04 16 - 193
	No. Klas
	16365

RINIANI

Stb : II 111 93 007

**JURUSAN MATEMATIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR**

2003

**ANALISIS PENCAPAIAN TARGET PEMBANGUNAN RUMAH
DENGAN TEKNIK EVALUASI DAN REVIEW PROYEK
(Studi kasus pada Perumahan Bumi Permata Sudiang Tahun 1997 - 2002)**

TUGAS AKHIR

Diajukan kepada jurusan Matematika
sebagai tugas akhir untuk memenuhi syarat memperoleh gelar sarjana

Oleh :

RINIANTI
Stb : H 111 98 007

**JURUSAN MATEMATIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR
2003**

**ANALISIS PENCAPAIAN TARGET PEMBANGUNAN RUMAH
DENGAN TEKNIK EVALUASI DAN REVIEW PROYEK**

(Studi kasus pada Perumahan Bumi Permata Sudiang Tahun 1997 – 2002)

Diseetujui Oleh

Pembimbing Utama



Dra. Hj. Aidawayati Rangkuti, MS.
Nip. 131 474 684

Pembimbing Pertama



Agustinus Ribal, S.SI.
Nip. 132 233 790

September 2003

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis haturkan kehadiran Tuhan Yang Maha Esa, oleh karena izin dan petunjuk-Nya tugas akhir ini dapat diselesaikan dalam wujud yang sederhana.

Penulis menyadari dalam penulisan tugas akhir ini masih banyak terdapat kesalahan yang dapat terjadi terhadap segala upaya yang telah dilakukan. Sehubungan dengan itu, penulis akan sangat menghargai kritikan dan saran terhadap upaya-upaya penyempurnaan tugas akhir ini dimasa mendatang.

Dalam rangka penyelesaian tugas akhir ini, penulis telah banyak mendapat banyak motivasi dan semangat yang sangat berharga dari banyak pihak, untuk itulah pada kesempatan ini penulis ingin menyampaikan rasa hormat dan terima kasih yang setulus-tulusnya kepada semua pihak yang telah membantu penulis dalam menyelesaikan tugas akhir ini.

Akhir kata penulis berharap semoga tulisan sederhana ini dapat menjadi sumbangsih dan memperkaya khasanah dunia ilmu pengetahuan.

Makassar, September 2003

Penulis

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis menyadari bahwa selama menjadi mahasiswa jurusan Matematika program studi Matematika FMIPA Universitas Hasanuddin telah banyak memperoleh bantuan baik materil maupun bimbingan dan dorongan moril dari semua pihak hingga studi penulis selesai.

Oleh karena itu melalui kesempatan ini, dengan rasa rendah hati penulis menyampaikan terima kasih dan penghargaan yang sebesar-besarnya kepada semua pihak atas segala bantuan yang telah diberikan terutama kepada:

Ibu Dra.Hj. Aidawayati Rangkuti, MS

Bapak Agustinus Ribal, SSI

Selaku pembimbing utama dan pembimbing pertama yang dengan sabar memberikan dorongan, semangat, pengertian dan membuka wawasan berpikir dalam menelaah masalah sejak awal penulisan hingga terealisasinya tulisan ini.

Ucapan terima kasih dan penghargaan yang teristimewa dengan segenap cinta dan hormat ananda khaturkan kepada ayahanda **Ngatemun** dan ibunda **Tukiyem** yang hingga saat ini dan sejak dulu selalu menerima apa yang telah ananda lakukan dalam menjalani hidup. Mereka memberikan ide dan bukan paksaan dalam seluruh perjalanan hidup ananda, dan inilah yang membuat ananda berkembang tanpa sebuah beban. Cinta kasihnya tidak mungkin terbalaskan, seluruh ucapan terima kasih ananda untuk mereka.

Selanjutnya penulis mengucapkan terima kasih dan penghargaan yang setinggi-tingginya kepada:

1. Bapak Drs. Nirwan Ilyas, M.S. dan Bapak Drs. Muh. Zakir M.Si. selaku Ketua dan Sekretaris jurusan Matematika FMIPA UH.
2. Bapak Drs. Diaraya, Bapak Nurdin, SSi. MSi dan Bapak Drs. Lapodje Talangko selaku penguji.
3. Bapak Drs. Lapodje Talangko selaku penasehat akademik yang telah banyak memberikan dorongan dan nasehat.
4. Bapak dan Ibu Dosen Matematika FMIPA UNHAS yang telah memberikan ilmunya yang tidak ternilai.
5. Kepada saudara-saudaraku yang senantiasa mendoakan dan memberikan dukungan bagi kelulusan anakda.
6. Special thanks buat ArsanaWay yang senantiasa mendampingi, mendoakan dan memberikan semangat hingga terselesainya tugas ini.
7. Buat Lina S.Si, Eva, Ayu S.Si, dan Tina S.Si atas segala bantuan dan perhatiannya.
8. Buat teman-teman angkatan 98 Darna, Ikas, Rosna, Nita, Lukman, Bia, serta teman-teman terima kasih atas bantuannya selama ini.

Semoga segalanya akan menjadi arti yang sangat besar bagi kebersamaan yang luar biasa.

Makassar, September 2003

Penulis

ABSTRAK

Penelitian dilakukan untuk menentukan sejauh mana pelaksanaan proyek pada Perumahan Bumi Permata Sudiang selesai sesuai dengan target waktu yang diharapkan dan melihat faktor-faktor yang dapat mempengaruhi pelaksanaan kegiatan proyek tersebut dengan menggunakan metode PERT (Program Evaluation and Review Technique) dan analisis deskriptif.

Hasil yang diperoleh untuk membangun sebanyak lima type rumah selama lima tahun maka pencapaian target rumah type 21/84 adalah 72,9 %, rumah type 36/112 adalah 80,5 %, rumah type 45/112 dan 54/140 adalah 86,6% dan rumah type 70/144 adalah 77,9%. Hasil analisis deskriptif diperoleh bahwa faktor yang mempengaruhi pelaksanaan kegiatan proyek adalah keterlambatan persediaan material dari pihak Developer dan musim hujan.

ABSTRACT

Research is conducted to determine how far project realization at Bumi Permata Sudiang housing has finished according to expected timing goals and see the factors which can influence the project activity realization by using PERT method (Program Evaluation and Review Technique) and descriptive analysis.

The result of this research is obtained to develop the building of five house types during five years hence the attainment goals of house type 21/84 is 72,9%, house type 36/112 is 80,5%, house type 45/112 and 54/140 is 86,6% and house type 70/144 is 77,9%. Descriptive analysis result shows which can influence the realization of project activity is the delay of material supply from developer and the wet season.

DAFTAR ISI

	Hal
Halaman Judul	i
Halaman Pengesahan	iii
Kata Pengantar	iv
Ucapan terima Kasih	v
Abstrak	vii
Abstract	viii
Daftar Isi	ix
Daftar Tabel	xi
Daftar Gambar	xii
BAB I PENDAHULUAN	
A Latar Belakang	1
B Masalah	4
C Tujuan Dan Manfaat Penulisan	4
D Hipotesa	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
A Proyek	6
B Analisa Network	7
C Teori Probabilitas	11

	D	Standar Deviasi Dan Varians	15
BAB	III	METODE PENELITIAN	
	A	Pengumpulan Data	18
	B	Model Analisis Data	18
BAB	IV	HASIL DAN PEMBAHASAN	
	A	Analisis Pencapaian Target untuk Rumah Type 21/84	24
	B	Analisis encaapaian Target untuk Rumah Type 36/112	33
	C	Analisis Pencapaian Target untuk Rumah Type 45/112 ...	42
	D	Analisis Pencapaian Target untuk Rumah Type 54/140	51
	E	Analisis Pencapaian Target untuk Rumah Type 70/144	60
	F	Analisis Faktor-Faktor Yang Mempengaruhi Proyek.....	69
BAB	V	KESIMPULAN DAN SARAN	
	A	Kesimpulan.....	71
	B	Saran	71

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

1. Jadwal Pelaksanaan Pembangunan Rumah
2. Program Metode PERT dan Output
3. Tabel Distribusi Normal Kumulatif z

DAFTAR TABEL

		Hal
Tabel 1	Jadwal Pelaksanaan Pemb. rumah type 21,36,45,54 dan 70	3
Tabel 2	Susunan Kegiatan Pemb. rumah type 21/84	24
Tabel 3	Tabulasi TE, TL dan Slack rumah type 21/84	27
Tabel 4	Tabulasi Standar Deviasi dan Varians rumah type 21/84	31
Tabel 5	Susunan Kegiatan Pemb. rumah type 36/112	33
Tabel 6	Tabulasi TE, TL dan Slack rumah type 36/112	36
Tabel 7	Tabulasi Standar Deviasi dan Varians rumah type 36/112.....	40
Tabel 8	Susunan Kegiatan Pemb. rumah type 45/112	42
Tabel 9	Tabulasi TE, TL dan Slack rumah type 45/112	45
Tabel 10	Tabulasi Standar Deviasi dan Varians rumah type 45/112	49
Tabel 11	Susunan Kegiatan Pemb. rumah type 54/140	51
Tabel 12	Tabulasi TE, TL dan Slack rumah type 54/140	54
Tabel 13	Tabulasi Standar Deviasi dan Varians rumah type 54/140	58
Tabel 14	Susunan Kegiatan Pemb. rumah type 70/144	60
Tabel 15	Tabulasi TE, TL dan Slack rumah type 70/144	63
Tabel 16	Tabulasi Standar Deviasi dan Varians rumah type 70/144	67
Tabel 17	Tabulasi Realisai dan Target Pelaksanaan proyek	69

DAFTAR GAMBAR

		Hal
Gambar 1	Jaringan Kerja dengan Angka estimasi rumah type 21/84	25
Gambar 2	Jaringan Kerja dengan Nilai harapan rumah type 21/84	26
Gambar 3	Jaringan Kerja dengan TE dan TL rumah type 21/84	27
Gambar 4	Jaringan Kerja dengan Angka estimasi rumah type 36/112	34
Gambar 5	Jaringan Kerja dengan Nilai harapan rumah type 36/112	35
Gambar 6	Jaringan Kerja dengan TE dan TL rumah type 36/112	36
Gambar 7	Jaringan Kerja dengan Angka estimasi rumah type 45/112	43
Gambar 8	Jaringan Kerja dengan Nilai harapan rumah type 45/112	44
Gambar 9	Jaringan Kerja dengan TE dan TL rumah type 45/112	45
Gambar 10	Jaringan Kerja dengan Angka estimasi rumah type 54/140	52
Gambar 11	Jaringan Kerja dengan Nilai harapan rumah type 54/140	53
Gambar 12	Jaringan Kerja dengan TE dan TL rumah type 54/140	54
Gambar 13	Jaringan Kerja dengan Angka estimasi rumah type 70/144	61
Gambar 14	Jaringan Kerja dengan Nilai harapan rumah type 70/144	62
Gambar 15	Jaringan Kerja dengan TE dan TL rumah type 70/144	63

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Dalam menghadapi era globalisasi yang seiring dengan bertambahnya jumlah penduduk, maka perlu diadakan suatu pembangunan pemukiman yang baru untuk menghindari banyaknya pemukiman kumuh yang sering terjadi di daerah perkotaan akibat urbanisasi dan pesatnya pertambahan jumlah penduduk. Dengan melihat peluang yang begitu besar maka beberapa perusahaan penyelenggara proyek bersaing untuk mengembangkan suatu proyek pembangunan perumahan.

Dalam menghadapi persaingan tersebut maka pihak pengelola proyek harus memperhitungkan kurun waktu penyelesaian proyek, agar lebih efektif dan efisien. Selain itu juga harus berupaya meningkatkan kualitas perencanaan dan pengendalian proyek agar dicapai hasil guna yang maksimal dari sumber daya yang tersedia. Oleh karena itu pelaksanaan proyek yang berprinsip pada uraian diatas yang akan memenangkan persaingan dan merebut pasaran, yang pada giliran selanjutnya menikmati hasil proyeknya lebih dulu dan lebih banyak.

Tetapi kenyataan di lapangan, jarang dijumpai suatu proyek yang semua kegiatannya berjalan sesuai dengan perencanaan dasar, terutama waktu terselesainya proyek tersebut. Hal ini disebabkan antara lain pada waktu menyusun perencanaan dasar belum cukup tersedia data dan informasi yang diperlukan sehingga bahan perencanaan sebagian besar didasarkan atas prakiraan dan asumsi keadaan yang akan

datang. Oleh karena itu perubahan atau penyimpangan dari rencana selalu terjadi. Tetapi dengan adanya perencanaan pengendalian atau koreksi (evaluasi) maka akibat penyimpangan itu dapat ditekan sekecil mungkin sehingga kesulitan besar untuk mencapai sasaran proyek dapat dihindari. Berikut Tabel 1 dapat dilihat mengenai pelaksanaan kegiatan yang belum mencapai target di Perumahan Bumi Permata Sudiang pada tahun (1997 – 2002). Pada Tabel 1 tersebut terlihat bahwa untuk rumah Type 21/84 pelaksanaan kegiatan yang terealisasi di lapangan selesai selama 48 hari per unit rumah sedangkan target yang ingin dicapai agar pelaksanaan kegiatan dapat selesai selama 36 hari. Demikian juga untuk Type rumah yang lainnya.

Tabel 1 Jadwal pelaksanaan pembangunan rumah type 21/84, 36/112, 45/112, 54/140, 70/144 di Perumahan Bumi Permata Sudiang tahun (1997-2002)

Kegiatan	Pek. Galian tanah/pon- dasi (hari)	Pek. dinding batu merah/pas. kusen (hari)	Pek. Plesteran/ Acian (hari)	Pek. Rangka atap/ pasang atap (hari)	Pek. Langit- langit/ Plapon (hari)	Pek. Lisplank (hari)	Pek. Lantai (hari)	Pek. Pasang pintu/jendela (hari)	Pek. Pengecatan /Finishing (hari)	Pek. Halaman (hari)	Jumlah Realisasi	Jumlah Target
Type rumah												
Type 21 / 84	6	6	6	6	6	2	4	3	6	3	48	36
Type 36 / 112	6	12	9	9	9	3	6	3	6	3	66	50
Type 45 / 112	6	15	12	12	9	6	6	4	12	2	84	64
Type 54 / 140	6	15	12	12	9	6	6	4	12	2	84	64
Type 70 / 144	12	18	15	18	12	6	12	4	12	2	111	81

Sumber : PT. Murti Graha Perkasa Dinamika Tahun 2002

Dari uraian diatas maka perlu diadakan penelitian yang menitik beratkan pada "Analisis Pencapaian Target Pembangunan Rumah dengan Teknik Evaluasi dan Review Proyek pada Perumahan Bumi Permata Sudiang Tahun (1997-2002)".

B. Masalah

Berdasarkan latar belakang , maka masalah dirumuskan sebagai berikut :

1. Apakah pihak pengelola proyek sudah mencapai target waktu penyelesaian proyek.
2. Faktor-faktor apa saja yang mempengaruhi kegiatan pelaksanaan proyek tersebut.

C. Tujuan dan Manfaat Penulisan

Dari permasalahan yang ada, maka tujuan penulisan ini adalah untuk:

1. Menentukan sejauh mana pelaksanaan proyek pada Perumahan Bumi Permata Sudiang selesai sesuai dengan target waktu yang diharapkan.
2. Melihat faktor-faktor yang dapat mempengaruhi pelaksanaan kegiatan proyek

Adapun manfaat dari penulisan ini adalah:

1. Memberikan informasi yang dapat dipergunakan pihak pengelola proyek untuk membuat perencanaan strategis khususnya yang berkaitan dengan manajemen proyek.
2. Memberikan informasi yang dapat digunakan sebagai bahan pembanding dalam melakukan penelitian berikutnya.

D. Hipotesa

Berdasarkan ruang lingkup masalah dan tujuan penulisan maka hipotesa dirumuskan sebagai berikut:

1. Pihak pengelola proyek belum mencapai target waktu penyelesaian proyek.
2. Faktor-faktor yang mempengaruhi pelaksanaan proyek tersebut adalah keterlambatan penyediaan material dan musim hujan.



BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Proyek

1. Definisi Proyek

Kegiatan proyek dapat diartikan sebagai satu kegiatan sementara yang berlangsung dalam jangka waktu terbatas, dengan alokasi sumber daya tertentu dan dimaksudkan untuk melaksanakan tugas yang sarasannya telah digariskan dengan jelas. Tugas tersebut dapat berupa pembangunan pemukiman baru.

2. Sasaran Proyek dan Tiga Kendala (Triple Constraint)

Tiap proyek memiliki tujuan khusus, misalnya rumah tinggal. Didalam mencapai tujuan tersebut telah ditentukan batasan yaitu:

a. Anggaran

Proyek harus diselesaikan dengan biaya yang tidak melebihi anggaran.

b. Jadwal

Proyek harus dikerjakan sesuai dengan kurun waktu dan tanggal akhir yang telah ditentukan.

c. Mutu

Hasil kegiatan proyek harus memenuhi spesifikasi dan kriteria yang dipersyaratkan.

B. Analisa Network

Kebutuhan penyusunan network ini dirasakan karena perlu adanya koordinasi dan pengurutan kegiatan-kegiatan proyek yang kompleks, yang saling berhubungan dan saling tergantung satu sama lain. Hal ini dilakukan agar perencanaan dan pengawasan semua kegiatan itu dapat dilakukan secara sistematis, sehingga dapat diperoleh efisiensi kerja. Nama prosedur ini disebut PERT (Program Evaluation and Review Technique). Analisa network bisa digunakan untuk merencanakan suatu proyek pembangunan rumah, jalan atau jembatan dan sebagainya.

1. Definisi Network

Didalam analisa network kita mengenal dua *definisi* yaitu event (kejadian) dan activity (kegiatan).

a. Event

Event atau kejadian adalah permulaan atau akhir dari suatu kegiatan, biasanya diberi simbol lingkaran.

b. Activity

Activity atau kegiatan adalah suatu pekerjaan atau tugas, dimana penyelesaiannya memerlukan periode waktu, biaya serta fasilitas tertentu. biasanya diberi simbol anak panah.

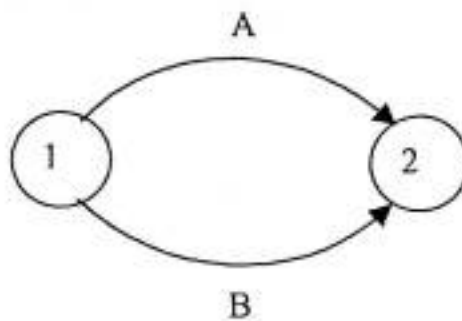
Hubungan antara event dengan activity biasanya digambarkan dalam bentuk network, adapun angka pada anak panah menunjukkan jangka waktu yang diperlukan oleh kegiatan yang bersangkutan.



2. Aturan dalam mengkonstruksi Network

Ada tiga aturan untuk mengkonstruksi network:

- Untuk setiap kegiatan digambarkan oleh satu dan hanya satu anak panah di dalam network.
- Tidak ada dua kegiatan yang dapat dikenali oleh awal dan akhir dari peristiwa yang sama. Sebagai contoh dapat dilihat pada gambar berikut, dimana kegiatan A dan B mempunyai peristiwa akhir yang sama.



- Dalam urutan untuk menjamin kebenaran hubungan dari diagram anak panah. Pertanyaan berikut perlu dijawab agar urutan kegiatan yang mengikuti logika ketergantungan dapat disusun dengan mudah.
 - Kegiatan apa yang dimulai terlebih dahulu?
 - Mana kegiatan berikutnya yang akan dikerjakan?
 - Adakah kegiatan yang dapat berlangsung sejajar?
 - Perlu kah mulainya kegiatan tertentu menunggu yang lain?

3. Asumsi-asumsi dasar dalam memperkirakan kurun waktu

- a. Angka perkiraan hendaknya bebas dari pertimbangan pengaruh kurun waktu kegiatan yang mendahului atau yang terjadi sesudahnya. Misalnya kegiatan memasang pondasi tergantung dari tersedianya semen, tetapi dalam memperkirakan kurun waktu memasang pondasi jangan dimasukan faktor kemungkinan terlambatnya penyediaan semen.
- b. Angka perkiraan kurun waktu kegiatan dihasilkan dari asumsi bahwa sumber daya tersedia dalam jumlah yang normal.
- c. Pada tahap awal analisis angka perkiraan ini, dianggap tidak ada keterbatasan jumlah sumber daya, sehingga memungkinkan kegiatan dilaksanakan dalam waktu yang bersamaan.
- d. Menggunakan hari kerja normal, tidak dipakai asumsi kerja lembur, kecuali kalau hal tersebut telah direncanakan khusus untuk proyek yang bersangkutan, sehingga diklasifikasi sebagai hal yang normal.
- e. Bebas dari pertimbangan mencapai target jadwal penyelesaian proyek, karena dikhawatirkan mendorong untuk menentukan angka yang disesuaikan dengan target tersebut. Tidak memasukkan angka kontingensi (derajat hubungan antar faktor) untuk hal-hal seperti bencana alam gempa bumi, banjir, badai dan lain-lain, pemogokan dan kebakaran.

4. Konsep operasional yang digunakan dalam analisa Network

a. Earliest Start Time (*ES*)

Earliest Start Time adalah waktu tercepat untuk bisa memulai suatu kegiatan dengan waktu normal, tanpa mengganggu kegiatan yang lain.

b. Earliest Finish Time (*EF*)

Earliest Finish Time adalah waktu paling cepat untuk dapat menyelesaikan suatu kegiatan dengan menggunakan waktu normal, tanpa mengganggu kelancaran pekerjaan- pekerjaan yang lain.

c. Latest Start Time (*LS*)

Latest Start Time adalah waktu yang paling lambat untuk bisa memulai suatu kegiatan dengan waktu normal, tanpa mengganggu kelancaran kegiatan-kegiatan yang lain.

d. Latest Finish Time (*LF*)

Latest Finish Time adalah waktu paling lambat untuk menyelesaikan suatu kegiatan dengan menggunakan waktu normal, tanpa mengganggu kelancaran kegiatan-kegiatan yang lain.

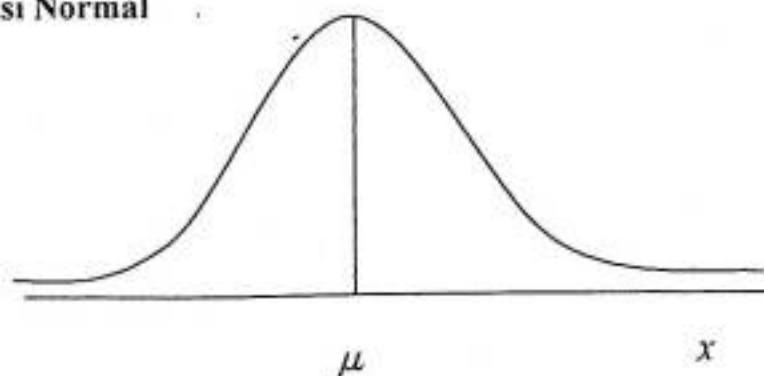
5. Jalur, jalur kritis dan Slack

Jalur adalah satu rangkaian kegiatan yang menghubungkan secara kontinyu permulaan proyek sampai dengan akhir proyek. Jalur kritis adalah jalur yang jumlah jangka waktu penyelesaian kegiatan-kegiatannya terbesar atau dengan kata lain jika perbedaan latest dan earliest event time/slack = 0. Slack adalah perbedaan latest dan earliest event time, jadi merupakan perbedaan antara *LS* dengan *ES* atau antara *LF* dengan *EF*. Slack ini biasanya digunakan dalam network yang disusun berdasarkan kejadian (event) yaitu pada metode PERT (Program Evaluation and Review Technique).

C. Teori Probabilitas

Pada dasarnya teori Probabilitas bermaksud mengkaji dan mengukur ketidakpastian (uncertainly) serta mencoba menjelaskan secara kuantitatif. Diumpamakan satu kegiatan dikerjakan secara berulang-ulang dengan kondisi yang dianggap sama dan dapat digambarkan dengan kurva distribusi.

1. Distribusi Normal



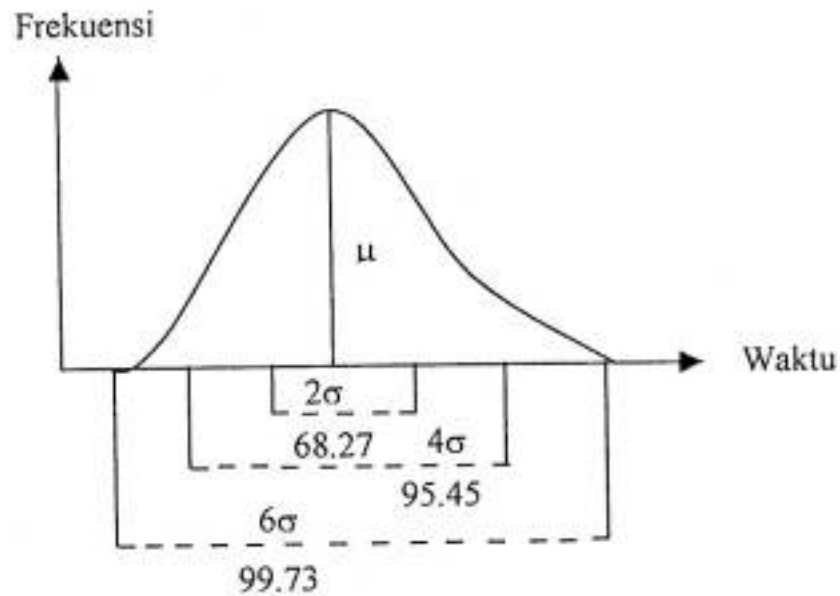
Kurva Normal

Dengan melihat kurva distribusi normal dapat diperoleh lima sifat kurva normal berikut:

1. titik pada sumbu datar yang memberikan maksimum kurva,terdapat pada $x = \mu$.
2. Kurva setangkup/simetris terhadap sumbu tegak yang melalui rataaan μ .
3. Kurva mempunyai titik belok pada $x = \mu \pm \sigma$, cekung dari bawah bila $\mu - \sigma < X < \mu + \sigma$, dan cekung dari atas untuk nilai x lainnya.
4. Kedua ujung kurva normal mendekati asimtot sumbu datar bila nilai x bergerak menjauhi μ baik ke kiri maupun kekanan.
5. Seluruh luas dibawah kurva dan diatas sumbu datar sama dengan 1.

Jika sebuah fenomena berdistribusi normal, maka dari fenomena itu diperoleh:

- a. Kira-kira 68.27% dari kasus ada dalam daerah satu simpangan baku sekitar rata-rata, yaitu antara $\mu - \sigma$ dan $\mu + \sigma$.
- b. Ada 95.45% dari kasus terletak dalam daerah dua simpangan baku sekitar rata-rata, yaitu $\mu - 2\sigma$ dan $\mu + 2\sigma$.
- c. Hampir 99.73% dari kasus ada dalam daerah tiga simpangan baku sekitar rata-rata, yaitu $\mu - 3\sigma$ dan $\mu + 3\sigma$.



2. Estimasi angka-angka a , b , dan m

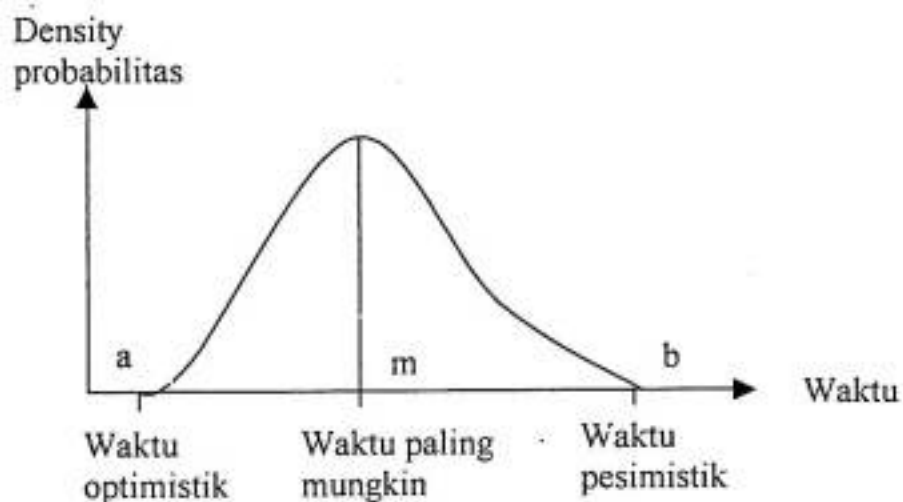
Mengingat besarnya pengaruh angka-angka a , b , dan m dalam metode PERT, maka beberapa hal perlu diperhatikan dalam estimasi besarnya angka-angka tersebut. diantaranya :

- Estimator perlu mengetahui fungsi dari a , b dan m dalam hubungannya dengan perhitungan-perhitungan dan pengaruhnya terhadap metode PERT secara keseluruhan.
- Didalam proses estimasi bagi masing-masing kegiatan tidak dipengaruhi atau dihubungkan dengan target kurun waktu penyelesaian proyek.
- Estimasi hendaknya bersifat berdiri sendiri artinya bebas dari pertimbangan-pertimbangan pengaruhnya terhadap komponen kegiatan yang lain ataupun terhadap jadwal proyek secara keseluruhan. Karena bila hal ini terjadi akan

banyak mengurangi faedah metode PERT yang menggunakan unsur probability dalam merencanakan kurun waktu kegiatan.

3. Kurva Distribusi dan variabel a , b , dan m

Dari kurva distribusi dapat dijelaskan arti dari a , b , dan m . Kurun waktu yang menghasilkan puncak kurva adalah m , yaitu kurun waktu yang paling banyak terjadi atau juga disebut *the most likely time*. Adapun angka a dan b terletak (hampir) di ujung kiri dan kanan dari kurva distribusi yang menandai batas lebar rentang waktu kegiatan.



4. Kurva Distribusi dan Nilai Harapan (μ)

Angka μ adalah angka rata-rata kalau kegiatan tersebut dikerjakan berulang-ulang dalam jumlah yang besar. Dalam menentukan μ dipakai asumsi :

Bahwa kemungkinan terjadinya peristiwa (a) dan (b) adalah sama. Sedang kemungkinan terjadinya peristiwa paling mungkin (m) adalah 4 kali lebih besar dari

kedua peristiwa di atas. Dapat dirumuskan waktu kegiatan yang diharapkan:

$$\mu = \frac{a + 4m + b}{6}$$

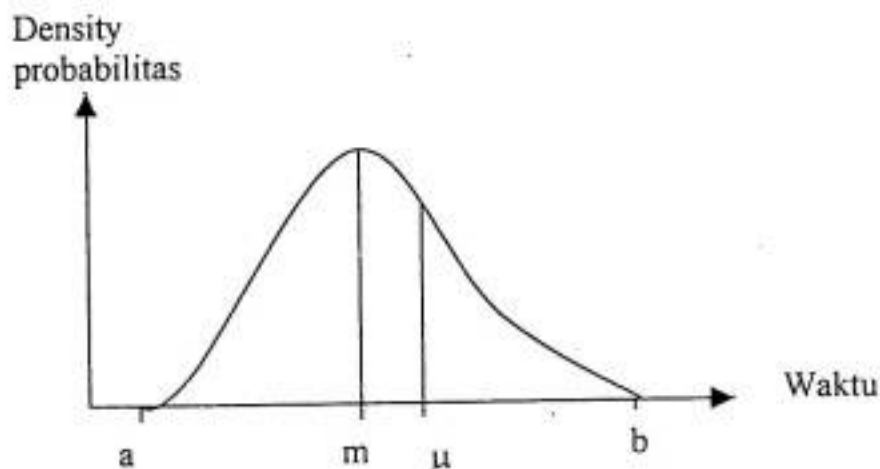
dengan

μ = Nilai harapan

a = Waktu Optimistik

m = Waktu yang paling mungkin

b = Waktu Pesimistik



D. Deviasi standar (σ) dan varians (σ^2)

Fungsi padat peubah acak normal X , dengan rata-rata μ dan σ^2 ,

$$f(x; \mu, \sigma) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{1}{2}\left(\frac{x-\mu}{\sigma}\right)^2}, \quad -\infty < x < \infty,$$

dengan $\pi = 3.14159\dots$

$e = 2.71828\dots$

Dari persamaan diatas dapat ditunjukkan bahwa parameter μ dan σ^2 adalah rata-rata dan variansi distribusi normal.

$$E(X) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^{\infty} x e^{-\frac{1}{2}\left(\frac{x-\mu}{\sigma}\right)^2} dx.$$

Dengan memisalkan $z = (x - \mu)/\sigma$ diperoleh $dx = \sigma dz$, sehingga

$$\begin{aligned} E(X) &= \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^{\infty} (\mu + \sigma z) e^{-z^2/2} dz \\ &= \mu \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^{\infty} e^{-z^2/2} dz + \frac{\sigma}{\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^{\infty} z e^{-z^2/2} dz \end{aligned}$$

Integral pertama adalah μ kali luas dibawah kurva normal dengan rata-rata nol dan variansi 1, Jadi sama dengan μ . Dengan mencari integralnya langsung atau pun dengan menggunakan fakta bahwa integrannya adalah fungsi ganjil, integral kedua adalah nol. Jadi

$$E(X) = \mu$$

Variansi distribusi normal diberikan oleh

$$E[(X - \mu)^2] = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^{\infty} (x - \mu)^2 e^{-\frac{1}{2}\left(\frac{x-\mu}{\sigma}\right)^2} dx$$

Dengan memisalkan $z = (x - \mu)/\sigma$ diperoleh $dx = \sigma dz$, sehingga

$$E[(X - \mu)^2] = \frac{\sigma^2}{\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^{\infty} z^2 e^{-z^2/2} dz$$

Kemudian diintegalkan menurut integral parsial dengan $u = z$ dan $dv = z e^{-z^2/2}$

diperoleh $du = dz$ dan $v = -e^{-z^2/2}$, sehingga

$$E[(X - \mu)^2] = \frac{\sigma^2}{\sqrt{2\pi}} \left[-ze^{-z^2/2} \Big|_{-\infty}^{\infty} + \int_{-\infty}^{\infty} e^{-z^2/2} dz \right]$$

$$E[(X - \mu)^2] = \sigma^2 \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \left[-ze^{-z^2/2} \Big|_{-\infty}^{\infty} + \int_{-\infty}^{\infty} e^{-z^2/2} dz \right]$$

$$E[(X - \mu)^2] = \sigma^2$$

Deviasi standar dan varians adalah parameter pada metode PERT yang dapat menjelaskan besarnya ketidakpastian yang bergantung pada besarnya angka yang diperkirakan untuk kurun waktu optimistik (a) dan kurun waktu pesimistik (b). Berdasarkan ilmu Statistik, angka deviasi standar adalah sebesar $1/6$ dari rentang distribusi ($b-a$) atau bila ditulis dengan rumus menjadi:

$$\sigma = \frac{b-a}{6}$$

dengan

σ = Deviasi standar

a = Waktu Optimistik

b = Waktu Pesimistik

Varians Kegiatan

$$\sigma^2 = \left[\frac{b-a}{6} \right]^2$$

dengan

σ^2 = Varians kegiatan

BAB III

METODE PENELITIAN

A. Pengumpulan Data

Analisis ini menggunakan data sekunder yang diperoleh melalui pengamatan data tertulis yaitu data pihak pengelola proyek.

B. Model Analisis Data

Model yang digunakan untuk menjawab hipotesis 1 adalah metode PERT (Program Evaluation and Review Technique). Dengan langkah-langkah sebagai berikut:

1. Mengkonstruksi network sesuai dengan logika ketergantungan terhadap kegiatan pelaksanaan proyek.
2. Memberikan kepada masing-masing komponen kegiatan angka estimasi a , b , dan m pada jaringan kerja (Network).

dengan

a = Kurun waktu optimistik (optimistic duration time) yaitu waktu tersingkat untuk menyelesaikan kegiatan bila segala sesuatunya berjalan lancar.

m = Kurun waktu paling mungkin (most likely time) yaitu kurun waktu yang paling sering terjadi dibanding dengan yang lain bila kegiatan dilakukan berulang-ulang dengan kondisi yang hampir sama.

b = Kurun waktu pesimistik (pessimistic duration time) yaitu waktu yang paling lama untuk menyelesaikan kegiatan, yaitu bila segala sesuatunya berjalan serba tidak baik.

3. Menghitung μ adalah angka rata-rata kalau kegiatan tersebut dikerjakan berulang-ulang dalam jumlah yang besar pada jaringan kerja, dengan rumus :

$$\mu = \frac{(a + 4m + b)}{6}$$

dengan

μ = Nilai harapan

a = Waktu Optimistik

m = Waktu yang paling mungkin

b = Waktu Pesimistik

4. Menganalisa Network dan menghitung kurun waktu penyelesaian proyek atau milestone dan mengidentifikasi jalur kritis.

$$\mu_i = \mu_1 + \sum_{i=A}^J \mu_i ; i = A, B, C, \dots, J ;$$

dengan

μ_i = Nilai harapan awal kejadian

μ_i = jumlah μ kegiatan-kegiatan kritis

μ_i = Nilai harapan dari kegiatan (activity)

Identifikasi kegiatan kritis, jalur kritis dan slack dapat dikerjakan seperti halnya pada CPM (Critical Part Method), sebagai berikut:

a. Menentukan waktu tercepat dari kejadian (The earliest time for event J) yaitu TE dengan mensubstitusi :

1. $E_o = 0$

2. Kemudian kegiatan berikutnya dapat ditentukan oleh:

$$E_j = \max \{E_i + t_{ij}\}$$

dengan

$$ij \in X$$

X = Kumpulan subscript (index) kejadian

E_o = Kejadian awal

E_j = Waktu tercepat kejadian J

t_{ij} = Waktu yang dibutuhkan kegiatan yang menghubungkan kegiatan i dan j .

b. Menentukan waktu terlambat dari kejadian (Latest event time) yaitu TL dengan mensubstitusi:

1. $L_i = E_i$

2. Kemudian kegiatan berikutnya dapat ditentukan

$$L_i = \min \{ L_j - t_{ij} \}$$

dengan

$$ij \in y$$

y = Kumpulan subscript (index) dari kejadian

L_i = Waktu terlambat kejadian i

t_{ij} = Waktu yang dibutuhkan kegiatan yang menghubungkan kegiatan i dan j .

Pada jalur kritis berlaku :

$$\text{Slack} = 0 \text{ atau } (TL_i) - (TE_i) = 0$$

dengan

TE = Waktu tercepat dari kejadian

TL = Waktu terlambat dari kejadian

5. Menentukan varians untuk masing-masing kegiatan kritis pada jalur kritis terpanjang menuju titik peristiwa μ_i yang dimaksud. Dengan rumus:

$$\sigma_i^2 = \sigma_1^2 + \sum_{i=A}^J \sigma_i^2 ; i = A, B, C, \dots, J$$

dengan

$$\sigma_1^2 = \text{Varians awal kejadian}$$

$$\sigma_i^2 = \text{Jumlah varians kegiatan-kegiatan kritis}$$

$$\sigma_i^2 = \text{Varians dari kegiatan (activity)}$$

Deviasi Standar kegiatan

$$\sigma = \frac{b - a}{6}$$

dengan

$$\sigma = \text{Deviasi standar}$$

$$a = \text{Waktu Optimistik}$$

$$b = \text{Waktu Pesimistik}$$

Varians Kegiatan

$$\sigma^2 = \left[\frac{b - a}{6} \right]^2$$

dengan

$$\sigma^2 = \text{Varians kegiatan}$$

6. Sebagai langkah akhir untuk menganalisis kemungkinan mencapai target $T(d)$ menggunakan rumus:

$$z = \frac{T(d) - \mu_i}{\sqrt{\sigma_i^2}}$$

dengan

$$z = \text{Peluang dari kejadian}$$

$$\mu_i = \text{Waktu yang diharapkan}$$

$$T(d) = \text{Target penyelesaian proyek}$$

$$\sigma_i^2 = \text{Varians kegiatan kritis}$$

7. Dengan menggunakan tabel distribusi normal (*Cumulative normal distribution function*) dapat ditentukan kemungkinan (%) proyek selesai pada target $T(d)$.

Dengan keterbatasan informasi yang diperoleh dari pihak pengelola proyek tersebut, maka dilakukan penelitian langsung untuk menghasilkan analisis deskriptif yang digunakan untuk menjawab hipotesis 2.

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Analisis Pencapaian Target untuk Rumah Type 21/84

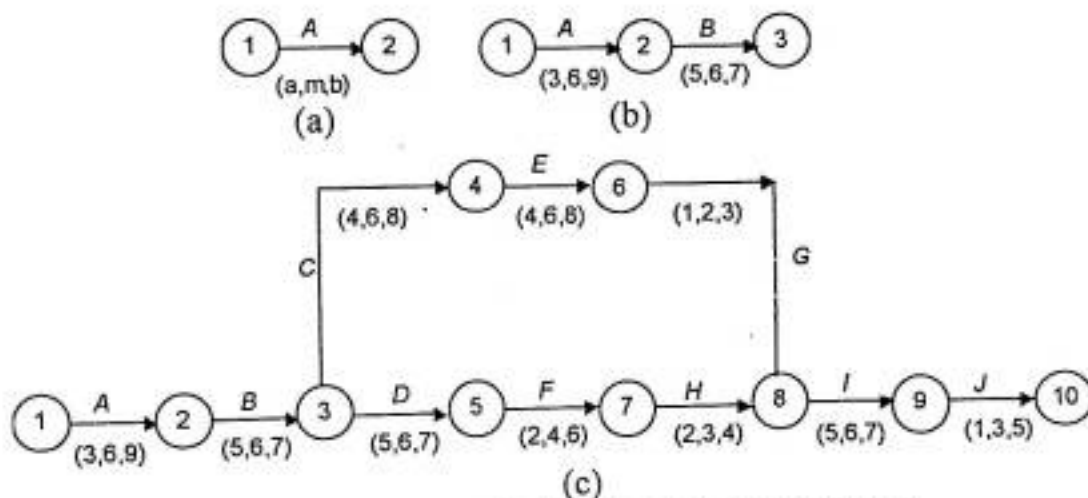
Berdasarkan data pada Tabel 1 dan jadwal pelaksanaan kegiatan dengan angka estimasi yang ada pada lampiran 1, maka dapat disusun kegiatan-kegiatan seperti pada Tabel 2.

Tabel 2 Susunan kegiatan pelaksanaan pembangunan rumah type 21/84

EVENT	KEGIATAN	KETERANGAN	KEGIATAN YANG MENDAHU-LUI	JANGKA WAKTU PENYELESAIAN (HARI)		
				Waktu optimistik /Tersingkat (a)	Waktu paling mungkin (m)	Waktu pesimistik /paling lama (b)
(1,2)	A	Pek. Galian tanah/Pondasi	-	3	6	9
(2,3)	B	Pek. Dinding batumerah/pas. kusen	(1,2)	5	6	7
(3,4)	C	Pek. Plesteran/ Acian	(2,3)	4	6	8
(3,5)	D	Pek. Rangka atap / Pasang atap	(2,3)	5	6	7
(4,6)	E	Pek. Langit – Langit / Plapon	(3,4)	4	6	8
(5,7)	F	Pek. lisplank	(3,5)	2	4	6
(6,8)	G	Pek. Lantai	(4,6)	1	2	3
(7,8)	H	Pek. Pasang pintu / Jendela	(5,7)	2	3	4
(8,9)	I	Pek. Pengecatan (Finishing)	(6,8)(7,8)	5	6	7
(9,10)	J	Pek. Halaman	(8,9)	1	3	5

Sumber: Hasil Analisis

Dalam Tabel 2 hubungan antara kegiatan yang satu dengan yang lain digambarkan dengan jaringan kerja (network) seperti pada Gambar 1. Gambar 1(a) menggambarkan kegiatan (1,2) dengan nama kegiatan *A* dan lamanya kegiatan ditunjukkan dengan angka estimasi (*a,m,b*) yang dituliskan dibawah anak panah. Gambar 1(b) memperlihatkan kegiatan (1,2) dan (2,3) dengan nama kegiatan *A* ke *B* dan lamanya kegiatan ditunjukkan dengan angka estimasi yaitu untuk kegiatan *A* adalah (3,6,9) dan kegiatan *B* adalah (5,6,7). Sedangkan Gambar 1(c) menggambarkan kegiatan secara keseluruhan dari Tabel 2 dengan angka-angka estimasinya.



Gambar 1 Jaringan kerja dengan angka-angka estimasi *a, b* dan *m*.

Untuk merumuskan hubungan ketiga angka estimasi tersebut menjadi satu angka yang disebut nilai harapan (μ) digunakan rumus seperti pada uraian sebelumnya yaitu pada model analisis data (3).

$$\mu = \frac{(a + 4m + b)}{6}$$

$$\mu_A = \frac{(3 + 4(6) + 9)}{6} = 6$$

$$\mu_B = \frac{(5 + 4(6) + 7)}{6} = 6$$

$$\mu_C = \frac{(4 + 4(6) + 8)}{6} = 6$$

$$\mu_D = \frac{(5 + 4(6) + 7)}{6} = 6$$

$$\mu_E = \frac{(4 + 4(6) + 8)}{6} = 6$$

$$\mu_F = \frac{(2 + 4(4) + 6)}{6} = 4$$

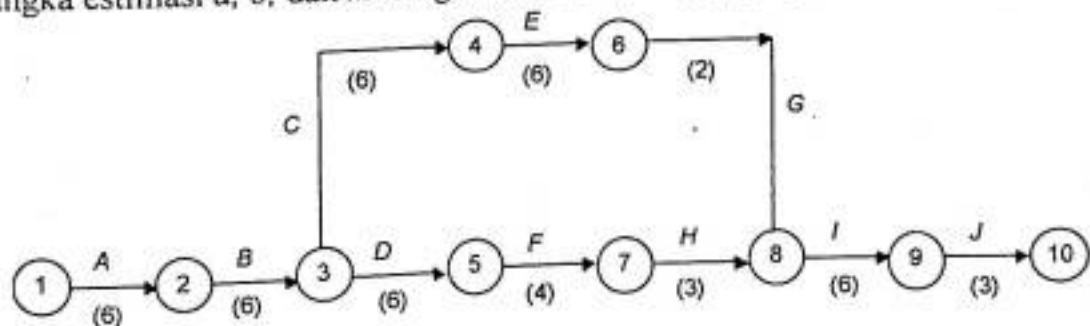
$$\mu_G = \frac{(1 + 4(2) + 3)}{6} = 2$$

$$\mu_H = \frac{(2 + 4(3) + 4)}{6} = 3$$

$$\mu_I = \frac{(5 + 4(6) + 7)}{6} = 6$$

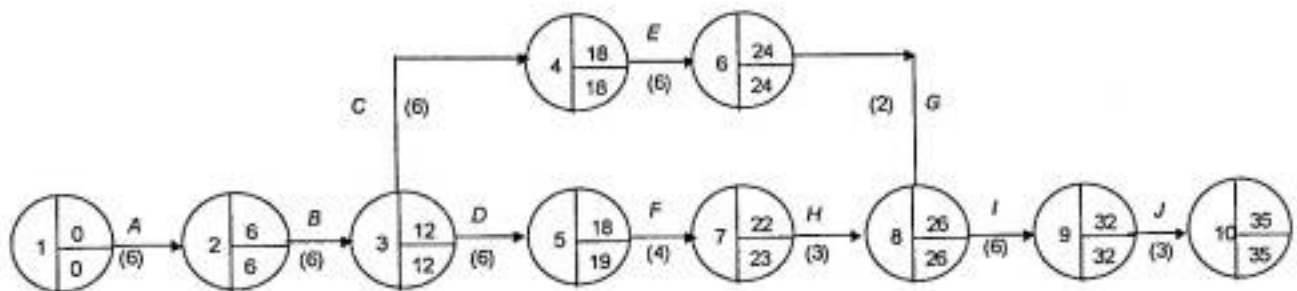
$$\mu_J = \frac{(1 + 4(3) + 5)}{6} = 3$$

Untuk mempermudah dalam menganalisa jaringan kerja (network) maka jaringan kerja pada Gambar 1 dapat digambarkan seperti Gambar 2 dengan mengganti angka estimasi a , b , dan m dengan nilai harapan (μ) yang telah dihitung.



Gambar 2 Jaringan kerja dengan μ

Dengan memperhatikan Gambar 2 yaitu jaringan kerja dengan satu angka untuk masing-masing kegiatan yaitu nilai harapan, selanjutnya dapat dihitung angka waktu tercepat kegiatan (*TE*) dan waktu paling lambat kegiatan (*TL*) seperti pada Gambar 3 berikut.



Gambar 3 Jaringan Kerja dengan TE dan TL

Agar hasil analisa network dapat dilihat dengan jelas, maka Gambar 3 selanjutnya dapat ditabulasikan kedalam format seperti pada Tabel 3.

Tabel 3 Tabulasi hasil Perhitungan Waktu Tercepat Kegiatan (*TE*), Waktu Paling Lambat Kegiatan (*TL*) dan Slack

Event	Kegiatan	Kurun Waktu (μ)	(<i>TE</i>)	(<i>TL</i>)	Slack (<i>TL</i>)-(<i>TE</i>)
1	-	-	0	0	0*
(1,2)	A	(6)	6	6	0*
(2,3)	B	(6)	12	12	0*
(3,4)	C	(6)	18	18	0*
(3,5)	D	(6)	18	19	1
(4,6)	E	(6)	24	24	0*
(5,7)	F	(4)	22	23	1
(6,8)	G	(2)	26	26	0*
(7,8)	H	(3)	25	26	1
(8,9)	I	(6)	32	32	0*
(9,10)	J	(3)	35	35	0*

Sumber: Hasil Analisis

Dari Tabel 3 terlihat bahwa jalur kritis terdiri dari rangkaian kegiatan 1-2-3-4-6-8-9-10, dengan total waktu penyelesaian proyek sebesar 35 hari. Sedangkan jalur non kritis ialah 3-5-7-8 dengan total slack = 1, maka waktu penyelesaian proyek adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \mu_i &= \mu_1 + \sum_{i=A}^J \mu_i; i = A, B, C, \dots, J \quad ; \mu_i \text{ kegiatan kritis} \\ &= \mu_1 + \mu_A + \mu_B + \mu_C + \mu_E + \mu_G + \mu_I + \mu_J \\ &= 0 + 6 + 6 + 6 + 6 + 2 + 6 + 3 \\ &= 35 \text{ hari} \end{aligned}$$

Untuk mengetahui derajat ketidakpastian yang berkaitan dengan estimasi kurun waktu kegiatan dan besarnya ketidakpastian ini tergantung pada besarnya angka yang diperkirakan untuk a dan b . Pada metode ini dikenal dengan standar deviasi (σ) dan varians kegiatan (σ^2) yang dapat ditentukan nilainya dengan menggunakan rumus seperti pada model analisis data (5).

Kegiatan A

$$\mu_A = \frac{(3 + 4(6) + 9)}{6} = 6$$

$$\sigma_A = \frac{b - a}{6} = \frac{9 - 3}{6} = 1.0000$$

$$\sigma_A^2 = \left[\frac{b - a}{6} \right]^2 = [1.0000]^2 = 1.0000$$

Kegiatan B

$$\mu_B = \frac{(5 + 4(6) + 7)}{6} = 6$$

$$\sigma_B = \frac{b-a}{6} = \frac{7-5}{6} = 0.3333$$

$$\sigma_B^2 = \left[\frac{b-a}{6} \right]^2 = [0.3333]^2 = 0.1111$$

Kegiatan C

$$\mu_C = \frac{(4 + 4(6) + 8)}{6} = 6$$

$$\sigma_C = \frac{b-a}{6} = \frac{8-4}{6} = 0.6667$$

$$\sigma_C^2 = \left[\frac{b-a}{6} \right]^2 = [0.6667]^2 = 0.4445$$

Kegiatan D

$$\mu_D = \frac{(5 + 4(6) + 7)}{6} = 6$$

$$\sigma_D = \frac{b-a}{6} = \frac{7-5}{6} = 0.3333$$

$$\sigma_D^2 = \left[\frac{b-a}{6} \right]^2 = [0.3333]^2 = 0.1111$$

Kegiatan E

$$\mu_E = \frac{(4 + 4(6) + 8)}{6} = 6$$

$$\sigma_E = \frac{b-a}{6} = \frac{8-4}{6} = 0.6667$$

$$\sigma_E^2 = \left[\frac{b-a}{6} \right]^2 = [0.6667]^2 = 0.4445$$

Kegiatan F

$$\mu_F = \frac{(2 + 4(4) + 6)}{6} = 4$$

$$\sigma_F = \frac{b-a}{6} = \frac{6-2}{6} = 0.6667$$

$$\sigma_F^2 = \left[\frac{b-a}{6} \right]^2 = [0.6667]^2 = 0.4445$$

Kegiatan G

$$\mu_G = \frac{(1 + 4(2) + 3)}{6} = 2$$

$$\sigma_G = \frac{b-a}{6} = \frac{3-1}{6} = 0.3333$$

$$\sigma_G^2 = \left[\frac{b-a}{6} \right]^2 = [0.3333]^2 = 0.1111$$

Kegiatan H

$$\mu_H = \frac{(2 + 4(3) + 4)}{6} = 3$$

$$\sigma_H = \frac{b-a}{6} = \frac{4-2}{6} = 0.3333$$

$$\sigma_H^2 = \left[\frac{b-a}{6} \right]^2 = [0.3333]^2 = 0.1111$$

Kegiatan I

$$\mu_I = \frac{(5 + 4(6) + 7)}{6} = 6$$

$$\sigma_I = \frac{b-a}{6} = \frac{7-5}{6} = 0.3333$$

$$\sigma_I^2 = \left[\frac{b-a}{6} \right]^2 = [0.3333]^2 = 0.1111$$

Kegiatan J

$$\mu_J = \frac{(1 + 4(3) + 5)}{6} = 3$$

$$\sigma_J = \frac{b-a}{6} = \frac{5-1}{6} = 0.6667$$

$$\sigma_J^2 = \left[\frac{b-a}{6} \right]^2 = [0.6667]^2 = 0.4445$$

Dari hasil perhitungan varians untuk masing-masing kegiatan selanjutnya dapat ditabulasikan seperti pada Tabel 4 berikut.

Tabel 4 Tabulasi σ dan σ^2

Event	Kegiatan	μ	Standar deviasi $\sigma = 1/6 (b-a)$	Varians σ^2
1	-	-	-	-
(1,2)	A	6	1.0000	1.0000
(2,3)	B	6	0.3333	0.1111
(3,4)	C	6	0.6667	0.4445
(3,5)	D	6	0.3333	0.1111
(4,6)	E	6	0.6667	0.4445
5,7)	F	4	0.6667	0.4445
(6,8)	G	2	0.3333	0.1111
(7,8)	H	3	0.3333	0.1111
(8,9)	I	6	0.3333	0.1111
(9,10)	J	3	0.6667	0.4445

Sumber: Hasil Analisis

Tabel 4 dapat mempermudah untuk menghitung jumlah varians kegiatan kritis yang telah diketahui pada Tabel 3 dengan menggunakan rumus seperti pada model analisis data (5).

$$\begin{aligned}
 \sigma_i^2 &= \sigma_1^2 + \sum_{i=A}^J \sigma_i^2 \quad i = A, B, C, \dots, J; \sigma_i \text{ kegiatan kritis} \\
 &= \sigma_1^2 + \sigma_A^2 + \sigma_B^2 + \sigma_C^2 + \sigma_E^2 + \sigma_G^2 + \sigma_I^2 + \sigma_J^2 \\
 &= 0 + 1.0000 + 0.1111 + 0.4445 + 0.4445 + 0.1111 + 0.1111 + 0.4445 \\
 &= 2.6668
 \end{aligned}$$

Dari Tabel 1 terlihat bahwa untuk rumah Type 21/84 mempunyai target waktu penyelesaian proyek selama 36 hari dan dari perhitungan milestone selama 35 hari yaitu jumlah nilai harapan untuk kegiatan kritis maka kita dapat menghitung peluangnya dengan rumus :

$$\begin{aligned}
 z &= \frac{T(d) - \mu_i}{\sqrt{\sigma_i^2}} \\
 &= \frac{36 - 35}{\sqrt{2.6668}} \\
 &= \frac{36 - 35}{1.6330} \\
 &= 0.6124 \approx 0.61
 \end{aligned}$$

Dengan menggunakan tabel distribusi normal (*Cumulative normal distribution function*) yang ada pada lampiran 8 dapat ditentukan kemungkinan (%) proyek selesai pada target $T(d)$. Sehingga untuk $z = 0.61$ diperoleh angka "probabilitas" sebesar 0.729, hal ini berarti kemungkinan proyek selesai pada target $T(d) = 36$ hari sebesar 72.9 %.

B. Analisis Pencapaian Target untuk Rumah Type 36/112

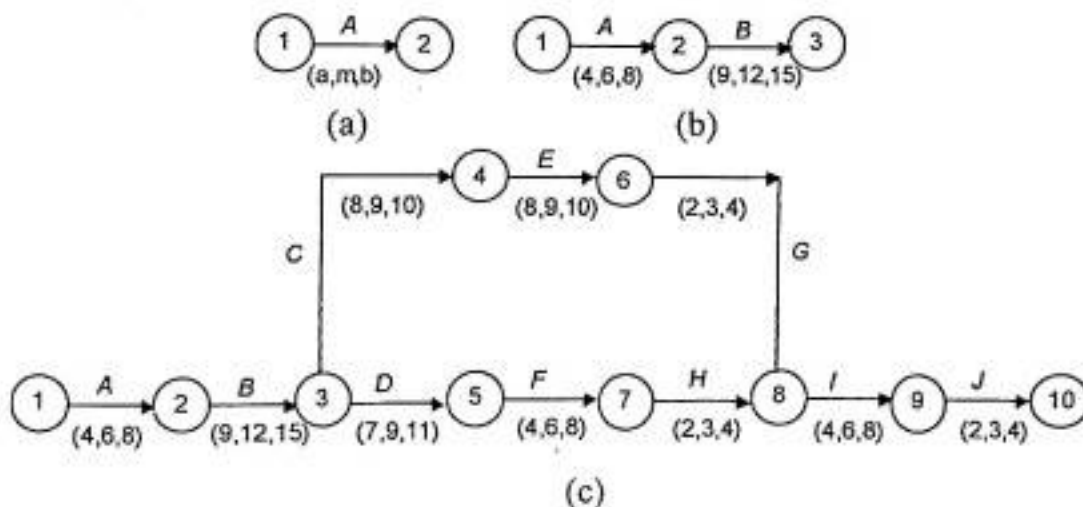
Berdasarkan data pada Tabel 1 dan jadwal pelaksanaan kegiatan dengan angka estimasi yang ada pada Lampiran 2, maka dapat disusun kegiatan-kegiatan seperti pada Tabel 5.

Tabel 5 Susunan kegiatan pelaksanaan pembangunan rumah type 36/112

EVENT	KEGIATAN	KETERANGAN	KEGIATAN YANG MENDAHULUI	JANGKA WAKTU PENYELESAIAN (HARI)		
				Waktu optimistik /Tersingkat (a)	Waktu paling mungkin (m)	Waktu pesimistik /paling lama (b)
(1,2)	A	Pek. Galian tanah/Pondasi	-	4	6	8
(2,3)	B	Pek. Dinding batu merah/pas.kusen	(1,2)	9	12	15
(3,4)	C	Pek. Plesteran/Acian	(2,3)	8	9	10
(3,5)	D	Pek. Rangka atap / Pasang atap	(2,3)	7	9	11
(4,6)	E	Pek. Langit - Langit (Plapon)	(3,4)	8	9	10
(5,7)	F	Pek. lisplank	(3,5)	4	6	8
(6,8)	G	Pek. Lantai	(4,6)	2	3	4
(7,8)	H	Pek. Pasang pintu / Jendela	(5,7)	2	3	4
(8,9)	I	Pek. Pengecatan (Finishing)	(6,8)(7,8)	4	6	8
(9,10)	J	Pek. Halaman	(8,9)	2	3	4

Sumber: Hasil Analisis

Dalam Tabel 5 hubungan antara kegiatan yang satu dengan yang lain dapat digambarkan dengan jaringan kerja (*network*) seperti pada Gambar 4. Gambar 4 (a) menggambarkan kegiatan (1,2) dengan nama kegiatan *A* dan lamanya kegiatan ditunjukkan dengan angka estimasi (*a,m,b*) yang dituliskan dibawah anak panah. Gambar 4 (b) memperlihatkan kegiatan (1,2) dan (2,3) dengan nama kegiatan *A* ke *B* dan lamanya kegiatan ditunjukkan dengan angka estimasi yaitu untuk kegiatan *A* adalah (4,6,8) dan kegiatan *B* adalah (9,12,15). Sedangkan Gambar 4 (c) menggambarkan kegiatan secara keseluruhan dari tabel 5 dengan angka- angka estimasinya.



Gambar 4 Jaringan kerja dengan angka-angka estimasi *a, b* dan *m*.

Untuk merumuskan hubungan ketiga angka estimasi tersebut menjadi satu angka yang disebut nilai harapan (μ) digunakan rumus seperti pada uraian sebelumnya yaitu pada model analisis data(3).

$$\mu = \frac{(a + 4m + b)}{6}$$

$$\mu_A = \frac{(4 + 4(6) + 8)}{6} = 6$$

$$\mu_B = \frac{(9 + 4(12) + 15)}{6} = 12$$

$$\mu_C = \frac{(8 + 4(9) + 10)}{6} = 9$$

$$\mu_D = \frac{(7 + 4(9) + 11)}{6} = 9$$

$$\mu_E = \frac{(8 + 4(9) + 10)}{6} = 9$$

$$\mu_F = \frac{(4 + 4(6) + 8)}{6} = 6$$

$$\mu_G = \frac{(2 + 4(3) + 4)}{6} = 3$$

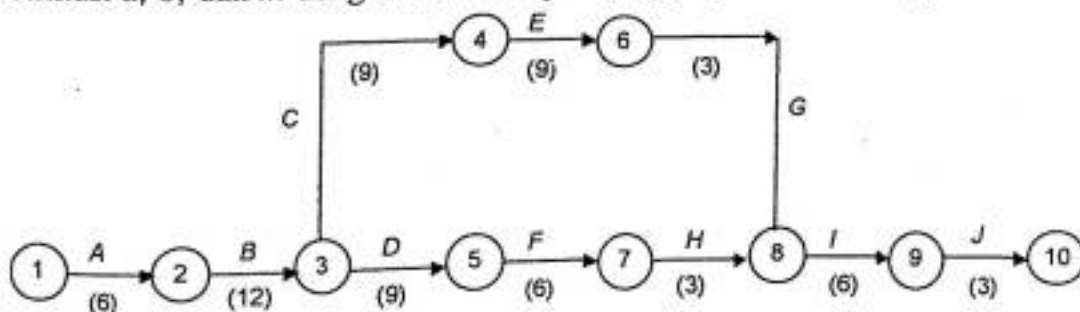
$$\mu_H = \frac{(2 + 4(3) + 4)}{6} = 3$$

$$\mu_I = \frac{(4 + 4(6) + 8)}{6} = 6$$

$$\mu_J = \frac{(2 + 4(3) + 4)}{6} = 3$$

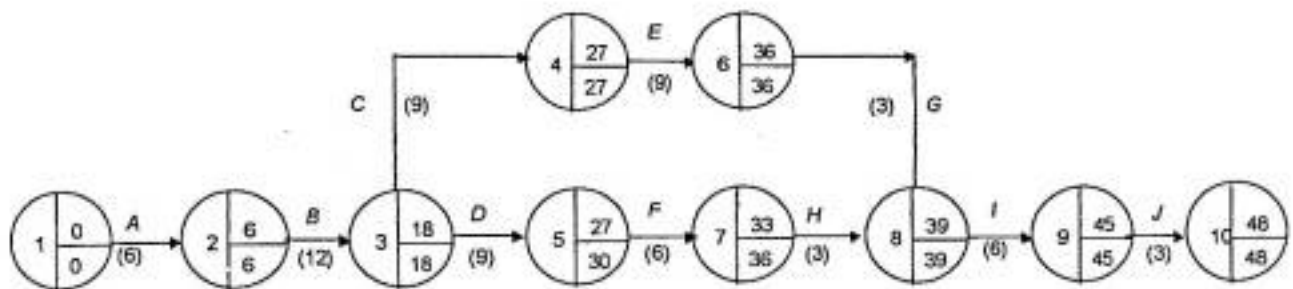


Untuk mempermudah dalam menganalisa network, maka jaringan kerja pada Gambar 4 dapat digambarkan seperti pada Gambar 5 dengan mengganti angka estimasi a , b , dan m dengan nilai harapan (μ) yang telah dihitung.



Gambar 5 Jaringan kerja dengan μ

Dengan memperhatikan Gambar 5 yaitu jaringan kerja dengan satu angka untuk masing-masing kegiatan yaitu nilai harapan, selanjutnya dapat dihitung angka waktu tercepat kegiatan (*TE*) dan waktu paling lambat kegiatan (*TL*) seperti pada Gambar 6 berikut.



Gambar 6 Jaringan Kerja dengan *TE* dan *TL*

Agar hasil analisis network dapat dilihat dengan jelas, maka Gambar 6 dapat ditabulasikan kedalam format seperti pada Tabel 6 .

Tabel 6 Tabulasi hasil Perhitungan Waktu Tercepat Kegiatan (*TE*), Waktu Paling Lambat Kegiatan (*TL*) dan Slack

Event	Kegiatan	Kurun Waktu (μ)	(<i>TE</i>)	(<i>TL</i>)	Slack (<i>TL</i>)-(<i>TE</i>)
1	-	-	0	0	0
(1,2)	A	(6)	6	6	0
(2,3)	B	(12)	18	18	0
(3,4)	C	(9)	27	27	0
(3,5)	D	(9)	27	30	3
(4,6)	E	(9)	36	36	0
(5,7)	F	(6)	33	36	3
(6,8)	G	(3)	39	39	0
(7,8)	H	(3)	36	39	3
(8,9)	I	(6)	45	45	0
(9,10)	J	(3)	48	48	0

Sumber: Hasil Analisis

Dalam Tabel 6 terlihat bahwa jalur kritis terdiri dari rangkaian kegiatan 1-2-3-4-6-8-9-10, dengan total waktu penyelesaian proyek sebesar 48 hari. Sedangkan jalur non kritis ialah 3-5-7-8 dengan total slack = 3. Dengan menggunakan rumus maka total waktu penyelesaian proyek adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \mu_i &= \mu_1 + \sum_{i=A}^J \mu_i; i = A, B, C, \dots, J \text{ } \mu_i \text{ kegiatan kritis} \\ &= \mu_1 + \mu_A + \mu_B + \mu_C + \mu_E + \mu_G + \mu_I + \mu_J \\ &= 0 + 6 + 12 + 9 + 9 + 3 + 6 + 3 \\ &= 48 \text{ hari} \end{aligned}$$

Untuk mengetahui derajat ketidakpastian yang berkaitan dengan estimasi kurun waktu kegiatan, besarnya ketidakpastian ini tergantung pada besarnya angka yang diperkirakan untuk a dan b . Pada metode ini dikenal dengan standar deviasi (σ) dan varians kegiatan (σ^2) yang dapat ditentukan nilainya dengan menggunakan rumus seperti pada model analisis data (5).

Kegiatan A

$$\mu_A = \frac{(4 + 4(6) + 8)}{6} = 6$$

$$\sigma_A = \frac{b-a}{6} = \frac{8-4}{6} = 0.6667$$

$$\sigma_A^2 = \left[\frac{b-a}{6} \right]^2 = [0.6667]^2 = 0.4445$$

Kegiatan B

$$\mu_B = \frac{(9 + 4(12) + 15)}{6} = 12$$

$$\sigma_B = \frac{b-a}{6} = \frac{15-9}{6} = 1.0000$$

$$\sigma_B^2 = \left[\frac{b-a}{6} \right]^2 = [1.0000]^2 = 1.0000$$

Kegiatan C

$$\mu_C = \frac{(8 + 4(9) + 10)}{6} = 9$$

$$\sigma_C = \frac{b-a}{6} = \frac{10-8}{6} = 0.3333$$

$$\sigma_C^2 = \left[\frac{b-a}{6} \right]^2 = [0.3333]^2 = 0.1111$$

Kegiatan D

$$\mu_D = \frac{(7 + 4(9) + 11)}{6} = 9$$

$$\sigma_D = \frac{b-a}{6} = \frac{11-7}{6} = 0.6667$$

$$\sigma_D^2 = \left[\frac{b-a}{6} \right]^2 = [0.6667]^2 = 0.4445$$

Kegiatan E

$$\mu_E = \frac{(8 + 4(9) + 10)}{6} = 9$$

$$\sigma_E = \frac{b-a}{6} = \frac{10-8}{6} = 0.3333$$

$$\sigma_E^2 = \left[\frac{b-a}{6} \right]^2 = [0.3333]^2 = 0.1111$$

Kegiatan F

$$\mu_F = \frac{(4 + 4(6) + 8)}{6} = 6$$

$$\sigma_F = \frac{b-a}{6} = \frac{8-4}{6} = 0.6667$$

$$\sigma_F^2 = \left[\frac{b-a}{6} \right]^2 = [0.6667]^2 = 0.4445$$

Kegiatan G

$$\mu_G = \frac{(2 + 4(3) + 4)}{6} = 3$$

$$\sigma_G = \frac{b-a}{6} = \frac{4-2}{6} = 0.3333$$

$$\sigma_G^2 = \left[\frac{b-a}{6} \right]^2 = [0.3333]^2 = 0.1111$$

Kegiatan H

$$\mu_H = \frac{(2 + 4(3) + 4)}{6} = 3$$

$$\sigma_H = \frac{b-a}{6} = \frac{4-2}{6} = 0.3333$$

$$\sigma_H^2 = \left[\frac{b-a}{6} \right]^2 = [0.3333]^2 = 0.1111$$

Kegiatan I

$$\mu_I = \frac{(4 + 4(6) + 8)}{6} = 6$$

$$\sigma_I = \frac{b-a}{6} = \frac{8-4}{6} = 0.6667$$

$$\sigma_I^2 = \left[\frac{b-a}{6} \right]^2 = [0.6667]^2 = 0.4445$$

Kegiatan J

$$\mu_J = \frac{(2 + 4(3) + 4)}{6} = 3$$

$$\sigma_J = \frac{b-a}{6} = \frac{4-2}{6} = 0.3333$$

$$\sigma_J^2 = \left[\frac{b-a}{6} \right]^2 = [0.3333]^2 = 0.1111$$

Dari hasil perhitungan varians untuk masing-masing kegiatan selanjutnya dapat ditabulasikan seperti pada Tabel 7 berikut.

Tabel 7 Tabulasi σ dan σ^2

Event	Kegiatan	μ	Standar deviasi $\sigma = 1/6 (b-a)$	Varians σ^2
I	-	-	-	-
(1,2)	A	6	0.6667	0.4445
(2,3)	B	12	1.0000	1.0000
(3,4)	C	9	0.3333	0.1111
(3,5)	D	9	0.6667	0.4445
(4,6)	E	9	0.3333	0.1111
(5,7)	F	6	0.6667	0.4445
(6,8)	G	3	0.3333	0.1111
(7,8)	H	3	0.3333	0.1111
(8,9)	I	6	0.6667	0.4445
(9,10)	J	3	0.3333	0.1111

Sumber: Hasil Analisis

Tabel 7 dapat mempermudah untuk menghitung jumlah varians untuk kegiatan kritis yang telah diketahui pada Tabel 6 dengan menggunakan rumus seperti pada model analisis data (5).

$$\begin{aligned}
 \sigma_i^2 &= \sigma_1^2 + \sum_{i=A}^J \sigma_i^2 \quad i = A, B, C, \dots, J; \quad \sigma_i \text{ kegiatan kritis} \\
 &= \sigma_1^2 + \sigma_A^2 + \sigma_B^2 + \sigma_C^2 + \sigma_E^2 + \sigma_G^2 + \sigma_I^2 + \sigma_J^2 \\
 &= 0 + 0.4445 + 1.0000 + 0.1111 + 0.1111 + 0.1111 + 0.4445 + 0.1111 \\
 &= 2.3334
 \end{aligned}$$

Dari Tabel 1 terlihat bahwa untuk rumah Type 36/112 mempunyai target waktu penyelesaian proyek 50 hari dan dari perhitungan milestone selama 48 hari yaitu jumlah nilai harapan untuk kegiatan kritis maka dapat dihitung peluangnya dengan rumus:

$$\begin{aligned}
 z &= \frac{T(d) - \mu_i}{\sqrt{\sigma_i^2}} \\
 &= \frac{50 - 48}{\sqrt{2.3334}} \\
 &= \frac{50 - 48}{1.5275} \\
 &= 1.3093 \approx 1.31
 \end{aligned}$$

Dengan menggunakan tabel distribusi normal (*cumulative normal distribution function*) yang ada pada lampiran 8 dapat ditentukan kemungkinan (%) proyek selesai pada target $T(d)$. Sehingga untuk $z = 1.31$ diperoleh angka "probabilitas" sebesar 0.805, hal ini berarti kemungkinan proyek selesai pada target $T(d) = 50$ hari sebesar 80.5%.

C. Analisis Pencapaian Target untuk Rumah Type 45/112

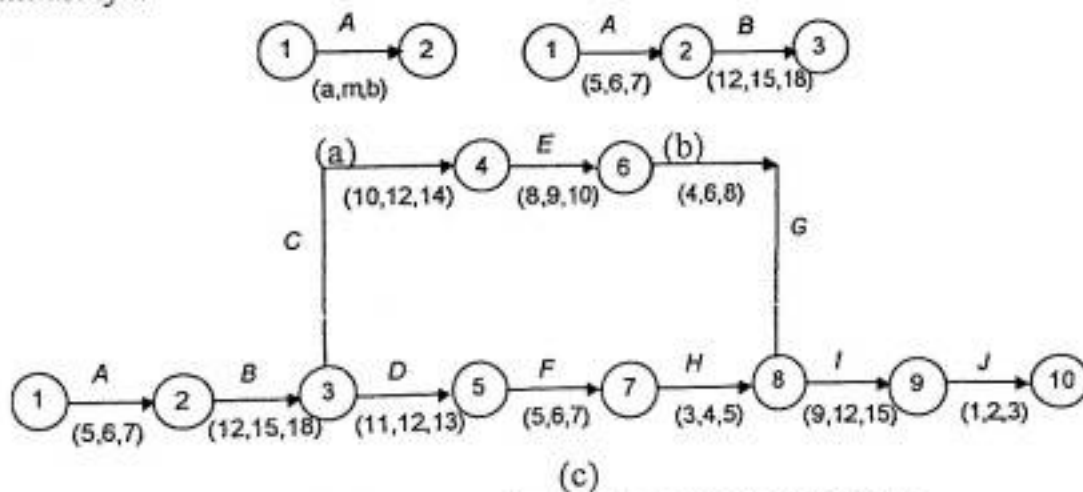
Berdasarkan data pada Tabel 1 dan jadwal pelaksanaan kegiatan dengan angka estimasi yang ada pada Lampiran 3, maka dapat disusun kegiatan-kegiatan seperti pada Tabel 8.

Tabel 8 Susunan kegiatan pelaksanaan pembangunan rumah type 45/112

EVENT	KEGIATAN	KETERANGAN	KEGIATAN YANG MENDAHU LUI	JANGKA WAKTU PENYELESAIAN (HARI)		
				Waktu optimistik /Tersingkat (a)	Waktu paling mungkin (m)	Waktu pesimistik /paling lama (b)
(1,2)	A	Pek. Galian tanah/Pondasi	-	5	6	7
(2,3)	B	Pek. Dinding batu merah/pas.kusen	(1,2)	12	15	18
(3,4)	C	Pek. Plesteran/Acian	(2,3)	10	12	14
(3,5)	D	Pek. Rangka atap / Pasang atap	(2,3)	11	12	13
(4,6)	E	Pek. Langit - Langit (Plapon)	(3,4)	8	9	10
(5,7)	F	Pek. lisplank	(3,5)	5	6	7
(6,8)	G	Pek. Lantai	(4,6)	4	6	8
(7,8)	H	Pek.Pasang pintu / Jendela	(5,7)	3	4	5
(8,9)	I	Pek. Pengecatan (Finishing)	(6,8)(7,8)	9	12	15
(9,10)	J	Pek. Halaman	(8,9)	1	2	3

Sumber: Hasil Analisis

Dalam Tabel 8 hubungan antara kegiatan yang satu dengan yang lain dapat digambarkan dengan jaringan kerja (network) seperti pada Gambar 7. Gambar 7(a) menggambarkan kegiatan (1,2) dengan nama kegiatan *A* dan lamanya kegiatan ditunjukkan dengan angka estimasi (*a,m,b*) yang dituliskan dibawah anak panah. Gambar 7(b) memperlihatkan kegiatan (1,2) dan (2,3) dengan nama kegiatan *A* ke *B* dan lamanya kegiatan ditunjukkan dengan angka estimasi yaitu untuk kegiatan *A* adalah (5,6,7) dan kegiatan *B* adalah (12,15,18). Sedangkan Gambar 7(c) menggambarkan kegiatan secara keseluruhan dari Tabel 8 dengan angka-angka estimasinya.



Gambar 7 Jaringan kerja dengan angka-angka estimasi *a, b* dan *m*.

Untuk merumuskan hubungan ketiga angka estimasi tersebut menjadi satu angka yang disebut nilai harapan (μ) digunakan rumus seperti pada uraian sebelumnya yaitu pada model analisis data (3).

$$\mu = \frac{(a + 4m + b)}{6}$$

$$\mu_A = \frac{(5 + 4(6) + 7)}{6} = 6$$

$$\mu_B = \frac{(12 + 4(15) + 18)}{6} = 15$$

$$\mu_C = \frac{(10 + 4(12) + 14)}{6} = 12$$

$$\mu_D = \frac{(11 + 4(12) + 13)}{6} = 12$$

$$\mu_E = \frac{(8 + 4(9) + 10)}{6} = 9$$

$$\mu_F = \frac{(5 + 4(6) + 7)}{6} = 6$$

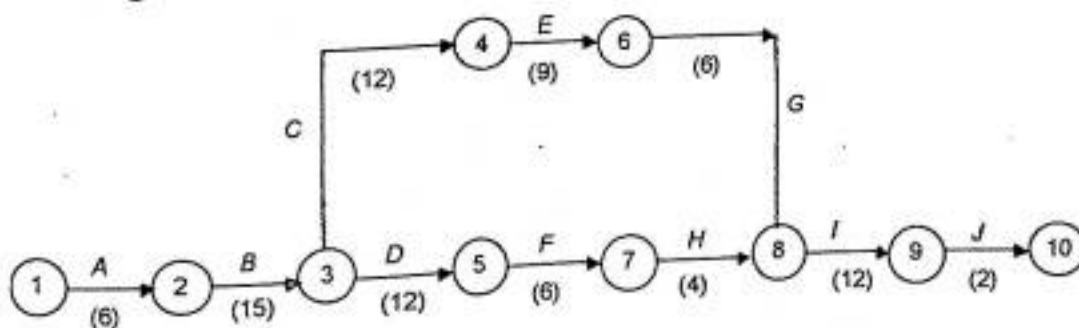
$$\mu_G = \frac{(4 + 4(6) + 8)}{6} = 6$$

$$\mu_H = \frac{(3 + 4(4) + 5)}{6} = 4$$

$$\mu_I = \frac{(9 + 4(12) + 15)}{6} = 12$$

$$\mu_J = \frac{(1 + 4(2) + 3)}{6} = 2$$

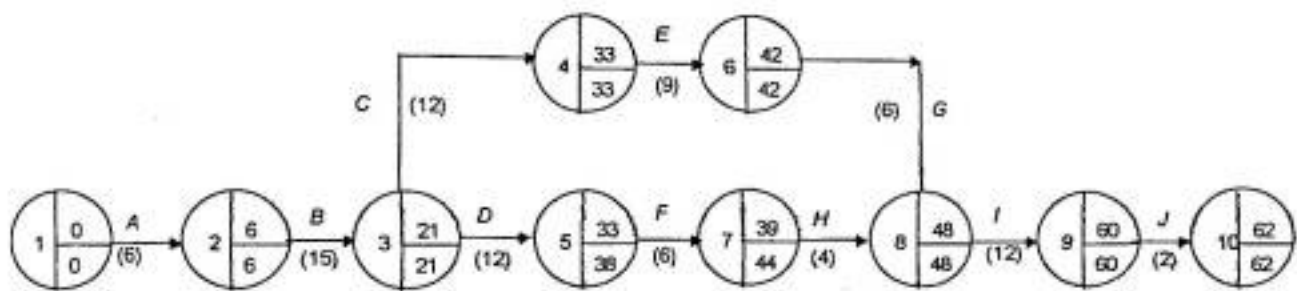
Untuk mempermudah dalam menganalisa network maka jaringan kerja pada Gambar 7 dapat digambarkan seperti Gambar 8 dengan mengganti angka estimasi a , b , dan m dengan nilai harapan (μ) yang telah dihitung.



Gambar 8 Jaringan kerja dengan μ



Dengan memperhatikan Gambar 8 yaitu jaringan kerja dengan satu angka untuk masing-masing kegiatan yaitu nilai harapan, selanjutnya dapat dihitung waktu tercepat kegiatan (TE) dan waktu paling lambat kegiatan (TL) seperti pada Gambar 9 berikut.



Gambar 9 Jaringan Kerja dengan TE dan TL

Agar hasil analisa network untuk penentuan jalur kritis, maka Gambar 9 dapat ditabulasikan kedalam format seperti pada Tabel 9

Tabel 9 Tabulasi hasil Perhitungan Waktu Tercepat Kegiatan (TE), Waktu Paling Lambat Kegiatan (TL) dan Slack

Event	Kegiatan	Kurun Waktu (μ)	(TE)	(TL)	Slack (TL)-(TE)
1	-	-	0	0	0
(1,2)	A	(6)	6	6	0
(2,3)	B	(15)	21	21	0
(3,4)	C	(12)	33	33	0
(3,5)	D	(12)	33	38	5
(4,6)	E	(9)	42	42	0
(5,7)	F	(6)	39	44	5
(6,8)	G	(6)	48	48	0
(7,8)	H	(4)	43	48	5
(8,9)	I	(12)	60	60	0
(9,10)	J	(2)	62	62	0

Sumber: Hasil Analisis

Dalam Tabel 9 terlihat bahwa jalur kritis terdiri dari rangkaian kegiatan 1-2-3-4-6-8-9-10, dengan total waktu penyelesaian proyek sebesar 62 hari. Sedangkan jalur non kritis adalah 3-5-7-8 dengan total slack = 5, maka waktu penyelesaian proyek adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \mu_i &= \mu_1 + \sum_{i=A}^J \mu_i; i = A, B, C, \dots, J; \mu_i \text{ kegiatan kritis} \\ &= \mu_1 + \mu_A + \mu_B + \mu_C + \mu_E + \mu_G + \mu_I + \mu_J \\ &= 0 + 6 + 15 + 12 + 9 + 6 + 12 + 2 \\ &= 62 \text{ hari} \end{aligned}$$

Untuk mengetahui derajat ketidakpastian yang berkaitan dengan estimasi kurun waktu kegiatan, besarnya ketidakpastian ini tergantung pada besarnya angka yang diperkirakan untuk a dan b . Pada metode ini dikenal dengan standar deviasi (σ) dan varians kegiatan (σ^2) yang dapat ditentukan nilainya dengan menggunakan rumus seperti pada model analisis data (5).

Kegiatan A

$$\begin{aligned} \mu_A &= \frac{(5 + 4(6) + 7)}{6} = 6 \\ \sigma_A &= \frac{b - a}{6} = \frac{7 - 5}{6} = 0.3333 \\ \sigma_A^2 &= \left[\frac{b - a}{6} \right]^2 = [0.3333]^2 = 0.1111 \end{aligned}$$

Kegiatan B

$$\mu_B = \frac{(12 + 4(15) + 18)}{6} = 15$$

$$\sigma_B = \frac{b-a}{6} = \frac{18-12}{6} = 1.0000$$

$$\sigma_B^2 = \left[\frac{b-a}{6} \right]^2 = [1.0000]^2 = 1.0000$$

Kegiatan C

$$\mu_C = \frac{10 + 4(12) + 14}{6} = 12$$

$$\sigma_C = \frac{b-a}{6} = \frac{14-10}{6} = 0.6667$$

$$\sigma_C^2 = \left[\frac{b-a}{6} \right]^2 = [0.6667]^2 = 0.4445$$

Kegiatan D

$$\mu_D = \frac{11 + 4(12) + 13}{6} = 12$$

$$\sigma_D = \frac{b-a}{6} = \frac{13-11}{6} = 0.3333$$

$$\sigma_D^2 = \left[\frac{b-a}{6} \right]^2 = [0.3333]^2 = 0.1111$$

Kegiatan E

$$\mu_E = \frac{8 + 4(9) + 10}{6} = 9$$

$$\sigma_E = \frac{b-a}{6} = \frac{10-8}{6} = 0.3333$$

$$\sigma_E^2 = \left[\frac{b-a}{6} \right]^2 = [0.3333]^2 = 0.1111$$

Kegiatan F

$$\mu_F = \frac{(5 + 4(6) + 7)}{6} = 6$$

$$\sigma_F = \frac{b-a}{6} = \frac{7-5}{6} = 0.3333$$

$$\sigma_F^2 = \left[\frac{b-a}{6} \right]^2 = [0.3333]^2 = 0.1111$$

Kegiatan G

$$\mu_G = \frac{(4 + 4(6) + 8)}{6} = 6$$

$$\sigma_G = \frac{b-a}{6} = \frac{8-4}{6} = 0.6667$$

$$\sigma_G^2 = \left[\frac{b-a}{6} \right]^2 = [0.6667]^2 = 0.4445$$

Kegiatan H

$$\mu_H = \frac{(3 + 4(4) + 5)}{6} = 4$$

$$\sigma_H = \frac{b-a}{6} = \frac{5-3}{6} = 0.3333$$

$$\sigma_H^2 = \left[\frac{b-a}{6} \right]^2 = [0.3333]^2 = 0.1111$$

Kegiatan I

$$\mu_I = \frac{(9 + 4(12) + 15)}{6} = 12$$

$$\sigma_I = \frac{b-a}{6} = \frac{15-9}{6} = 1.0000$$

$$\sigma_I^2 = \left[\frac{b-a}{6} \right]^2 = [1.0000]^2 = 1.0000$$

Kegiatan *J*

$$\mu_J = \frac{(1+4(2)+3)}{6} = 2$$

$$\sigma_J = \frac{b-a}{6} = \frac{3-1}{6} = 0.3333$$

$$\sigma_J^2 = \left[\frac{b-a}{6} \right]^2 = [0.3333]^2 = 0.1111$$

Dari hasil perhitungan varians untuk masing-masing kegiatan kemudian selanjutnya dapat ditabulasikan seperti pada Tabel 10 berikut.

Tabel 10 Tabulasi σ dan σ^2

Event	Kegiatan	μ	Standar deviasi $\sigma = 1/6 (b-a)$	Varians σ^2
1	-	-	-	-
(1,2)	<i>A</i>	6	0.3333	0.1111
(2,3)	<i>B</i>	15	1.0000	1.0000
(3,4)	<i>C</i>	12	0.6667	0.4445
(3,5)	<i>D</i>	12	0.3333	0.1111
(4,6)	<i>E</i>	9	0.3333	0.1111
(5,7)	<i>F</i>	6	0.3333	0.1111
(6,8)	<i>G</i>	6	0.6667	0.4445
(7,8)	<i>H</i>	4	0.3333	0.1111
(8,9)	<i>I</i>	12	1.0000	1.0000
(9,10)	<i>J</i>	2	0.3333	0.1111

Sumber: Hasil Analisis

Tabel 10 dapat mempermudah untuk menghitung jumlah varians kegiatan kritis yang telah diketahui pada Tabel 9 dengan menggunakan rumus seperti pada model analisis data (5).

$$\begin{aligned}
 \sigma_i^2 &= \sigma_1^2 + \sum_{i=A}^J \sigma_i^2 \quad i = A, B, C, \dots, J; \sigma_i \text{ kegiatan kritis} \\
 &= \sigma_1^2 + \sigma_A^2 + \sigma_B^2 + \sigma_C^2 + \sigma_E^2 + \sigma_G^2 + \sigma_I^2 + \sigma_J^2 \\
 &= 0 + 0.1111 + 1.0000 + 0.4445 + 0.1111 + 0.4445 + 1.0000 + 0.1111 \\
 &= 3.2223
 \end{aligned}$$

Dari Tabel 1 terlihat bahwa untuk rumah Type 45/112 mempunyai target waktu penyelesaian proyek 64 hari dan dari perhitungan milestone selama 62 hari yaitu jumlah nilai harapan untuk kegiatan kritis maka dapat dihitung peluangnya dengan rumus:

$$\begin{aligned}
 z &= \frac{T(d) - \mu_i}{\sqrt{\sigma_i^2}} \\
 &= \frac{64 - 62}{\sqrt{3.2223}} \\
 &= \frac{64 - 62}{1.7951} \\
 &= 1.114 \approx 1.11
 \end{aligned}$$

Dengan menggunakan tabel distribusi normal (*Cumulative normal distribution function*) yang ada pada lampiran 8 dapat ditentukan kemungkinan (%) proyek selesai pada target $T(d)$. Sehingga untuk $z = 1.11$ diperoleh angka "probabilitas" sebesar 0.866, hal ini berarti kemungkinan proyek selesai pada target $T(d) = 64$ hari sebesar 86.6%.

D. Analisis Pencapaian Target untuk Rumah Type 54/140

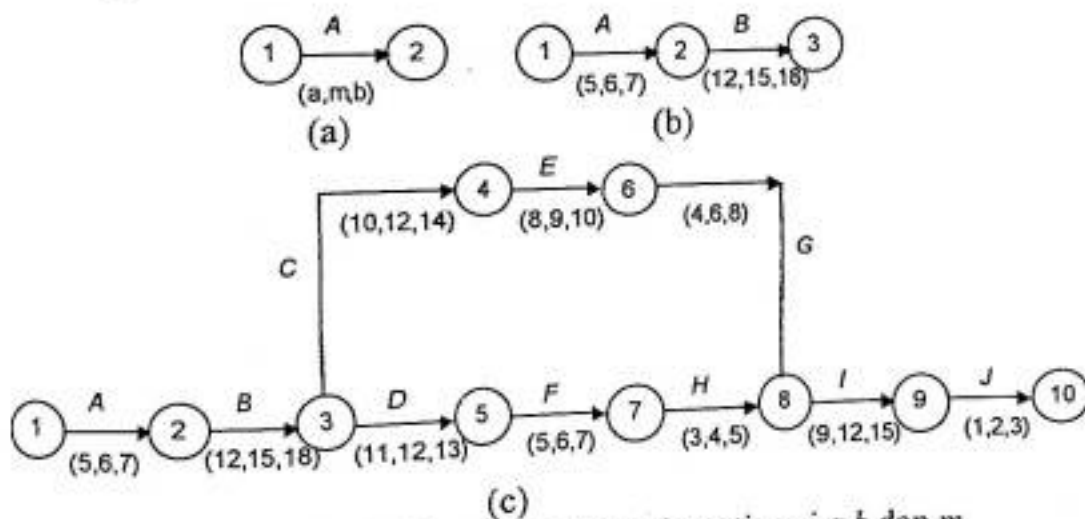
Berdasarkan data pada Tabel 1 dan jadwal pelaksanaan kegiatan dengan angka estimasi yang ada pada Lampiran 4, maka dapat disusun kegiatan-kegiatan seperti pada Tabel 11.

Tabel 11 Susunan kegiatan pelaksanaan pembangunan rumah type 54/140

EVENT	KEGIATAN	KETERANGAN	KEGIATAN YANG MENDAHULUI	JANGKA WAKTU PENYELESAIAN (HARI)		
				Waktu optimistik /Tersingkat (a)	Waktu paling mungkin (m)	Waktu pesimistik /paling lama (b)
(1,2)	A	Pek. Galian tanah/Pondasi	-	5	6	7
(2,3)	B	Pek. Dinding batu merah/pas.kusen	(1,2)	12	15	18
(3,4)	C	Pek. Plesteran/Acian	(2,3)	10	12	14
(3,5)	D	Pek. Rangka atap / Pasang atap	(2,3)	11	12	13
(4,6)	E	Pek. Langit - Langit (Plapon)	(3,4)	8	9	10
(5,7)	F	Pek. lisplank	(3,5)	5	6	7
(6,8)	G	Pek. Lantai	(4,6)	4	6	8
(7,8)	H	Pek.Pasang pintu / Jendela	(5,7)	3	4	5
(8,9)	I	Pek. Pengecatan (Finishing)	(6,8)(7,8)	9	12	15
(9,10)	J	Pek. Halaman	(8,9)	1	2	3

Sumber: Hasil Analisis

Dalam Tabel 11, maka hubungan antara kegiatan yang satu dengan yang lain dapat digambarkan dengan jaringan kerja (network) seperti pada Gambar 10. Gambar 10(a) menggambarkan kegiatan (1,2) dengan nama kegiatan *A* dan lamanya kegiatan ditunjukkan dengan angka estimasi (a,m,b) yang dituliskan dibawah anak panah. Gambar 10(b) memperlihatkan kegiatan (1, 2) dan(2,3) dengan nama kegiatan *A* ke *B* dan lamanya kegiatan ditunjukkan dengan angka estimasi yaitu untuk kegiatan *A* adalah $(5,6,7)$ dan kegiatan *B* adalah $(12,15,18)$. Sedangkan Gambar 10(c) menggambarkan kegiatan secara keseluruhan dari tabel 11 dengan angka-angka estimasinya.



Gambar 10 Jaringan kerja dengan angka-angka estimasi a,b dan m .

Untuk merumuskan hubungan ketiga angka estimasi tersebut menjadi satu angka yang disebut nilai harapan (μ) digunakan rumus seperti pada uraian sebelumnya yaitu pada model analisis data (3).

$$\mu = \frac{(a + 4m + b)}{6}$$

$$\mu_A = \frac{(5 + 4(6) + 7)}{6} = 6$$

$$\mu_B = \frac{(12 + 4(15) + 18)}{6} = 15$$

$$\mu_C = \frac{(10 + 4(12) + 14)}{6} = 12$$

$$\mu_D = \frac{(11 + 4(12) + 13)}{6} = 12$$

$$\mu_E = \frac{(8 + 4(9) + 10)}{6} = 9$$

$$\mu_F = \frac{(5 + 4(6) + 7)}{6} = 6$$

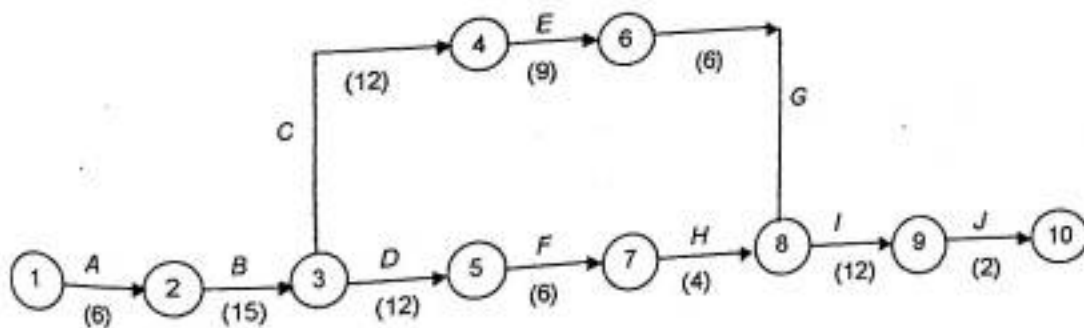
$$\mu_G = \frac{(4 + 4(6) + 8)}{6} = 6$$

$$\mu_H = \frac{(3 + 4(4) + 5)}{6} = 4$$

$$\mu_I = \frac{(9 + 4(12) + 15)}{6} = 12$$

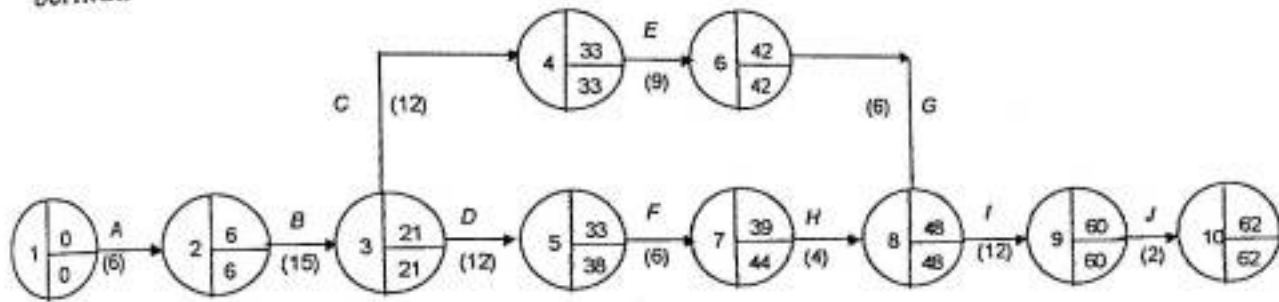
$$\mu_J = \frac{(1 + 4(2) + 3)}{6} = 2$$

Untuk mempermudah dalam menganalisa network maka jaringan kerja pada Gambar 10 dapat digambarkan seperti Gambar 11 dengan mengganti angka estimasi a , b , dan m dengan nilai harapan (μ) yang telah dihitung.



Gambar 11 Jaringan kerja dengan μ

Dengan memperhatikan Gambar 11 yaitu jaringan kerja dengan satu angka ntuk masing-masing kegiatan yaitu nilai harapan, selanjutnya dapat angka waktu tercepat kegiatan (*TE*) dan waktu paling lambat kegiatan (*TL*) seperti pada Gambar 12 berikut.



Gambar 12 Jaringan Kerja dengan TE dan TL

Hasil dari analisa network dapat dilihat dengan jelas pada Gambar 12 yang ditabulasikan kedalam format pada Tabel 12 .

Tabel 12 Tabulasi hasil Perhitungan Waktu Tercepat Kegiatan (*TE*), Waktu Paling Lambat Kegiatan (*TL*) dan Slack

Event	Kegiatan	Kurun Waktu (μ)	(<i>TE</i>)	(<i>TL</i>)	Slack (<i>TL</i>)-(<i>TE</i>)
1	-	-	0	0	0
(1,2)	A	(6)	6	6	0
(2,3)	B	(15)	21	21	0
(3,4)	C	(12)	33	33	0
(3,5)	D	(12)	33	38	5
(4,6)	E	(9)	42	42	0
(5,7)	F	(6)	39	44	5
(6,8)	G	(6)	48	48	0
(7,8)	H	(4)	43	48	5
(8,9)	I	(12)	60	60	0
(9,10)	J	(2)	62	62	0

Sumber: Hasil Analisis

Dalam Tabel 12 terlihat bahwa jalur kritis terdiri dari rangkaian kegiatan 1-2-3-4-6-8-9-10, dengan total waktu penyelesaian proyek sebesar 62 hari. Sedangkan jalur non kritis ialah 3-5-7-8 dengan total slack = 5, maka waktu penyelesaian proyek adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 \mu_i &= \mu_1 + \sum_{i=A}^J \mu_i; i = A, B, C, \dots, J \quad \mu_i \text{ kegiatan kritis} \\
 &= \mu_1 + \mu_A + \mu_B + \mu_C + \mu_E + \mu_G + \mu_I + \mu_J \\
 &= 0 + 6 + 15 + 12 + 9 + 6 + 12 + 2 \\
 &= 62 \text{ hari}
 \end{aligned}$$

Untuk mengetahui derajat ketidakpastian yang berkaitan dengan estimasi kurun waktu kegiatan dan besarnya ketidakpastian ini tergantung pada besarnya angka yang diperkirakan untuk a dan b . Pada metode ini dikenal dengan standar deviasi (σ) dan varians kegiatan (σ^2) yang dapat ditentukan nilainya dengan menggunakan rumus seperti pada model analisis data (5).

Kegiatan A

$$\mu_A = \frac{(5 + 4(6) + 7)}{6} = 6$$

$$\sigma_A = \frac{b-a}{6} = \frac{7-5}{6} = 0.3333$$

$$\sigma_A^2 = \left[\frac{b-a}{6} \right]^2 = [0.3333]^2 = 0.1111$$

Kegiatan B

$$\mu_B = \frac{(12 + 4(15) + 18)}{6} = 15$$

$$\sigma_B = \frac{b-a}{6} = \frac{18-12}{6} = 1.0000$$

$$\sigma_B^2 = \left[\frac{b-a}{6} \right]^2 = [1.0000]^2 = 1.0000$$

Kegiatan C

$$\mu_C = \frac{(10 + 4(12) + 14)}{6} = 12$$

$$\sigma_C = \frac{b-a}{6} = \frac{14-10}{6} = 0.6667$$

$$\sigma_C^2 = \left[\frac{b-a}{6} \right]^2 = [0.6667]^2 = 0.4445$$

Kegiatan D

$$\mu_D = \frac{(11 + 4(12) + 13)}{6} = 12$$

$$\sigma_D = \frac{b-a}{6} = \frac{13-11}{6} = 0.3333$$

$$\sigma_D^2 = \left[\frac{b-a}{6} \right]^2 = [0.3333]^2 = 0.1111$$

Kegiatan E

$$\mu_E = \frac{(8 + 4(9) + 10)}{6} = 9$$

$$\sigma_E = \frac{b-a}{6} = \frac{10-8}{6} = 0.3333$$

$$\sigma_E^2 = \left[\frac{b-a}{6} \right]^2 = [0.3333]^2 = 0.1111$$

Kegiatan F

$$\mu_F = \frac{(5 + 4(6) + 7)}{6} = 6$$

$$\sigma_F = \frac{b-a}{6} = \frac{7-5}{6} = 0.3333$$

$$\sigma_F^2 = \left[\frac{b-a}{6} \right]^2 = [0.3333]^2 = 0.1111$$

Kegiatan G

$$\mu_G = \frac{(4 + 4(6) + 8)}{6} = 6$$

$$\sigma_G = \frac{b-a}{6} = \frac{8-4}{6} = 0.6667$$

$$\sigma_G^2 = \left[\frac{b-a}{6} \right]^2 = [0.6667]^2 = 0.4445$$

Kegiatan H

$$\mu_H = \frac{(3 + 4(4) + 5)}{6} = 4$$

$$\sigma_H = \frac{b-a}{6} = \frac{5-3}{6} = 0.3333$$

$$\sigma_H^2 = \left[\frac{b-a}{6} \right]^2 = [0.3333]^2 = 0.1111$$

Kegiatan I

$$\mu_I = \frac{(9 + 4(12) + 15)}{6} = 12$$

$$\sigma_I = \frac{b-a}{6} = \frac{15-9}{6} = 1.0000$$

$$\sigma_I^2 = \left[\frac{b-a}{6} \right]^2 = [1.0000]^2 = 1.0000$$

Kegiatan J

$$\mu_J = \frac{(1+4(2)+3)}{6} = 2$$

$$\sigma_J = \frac{b-a}{6} = \frac{3-1}{6} = 0.3333$$

$$\sigma_J^2 = \left[\frac{b-a}{6} \right]^2 = [0.3333]^2 = 0.1111$$

Dari hasil perhitungan nilai varians untuk masing-masing kegiatan dan selanjutnya dapat ditabulasikan seperti pada Tabel 13 berikut.

Tabel 13 Tabulasi σ dan σ^2

Event	Kegiatan	μ	Standar deviasi $\sigma = 1/6 (b-a)$	Varians σ^2
1	-	-	-	-
(1,2)	A	6	0.3333	0.1111
(2,3)	B	15	1.0000	1.0000
(3,4)	C	12	0.6667	0.4445
(3,5)	D	12	0.3333	0.1111
(4,6)	E	9	0.3333	0.1111
(5,7)	F	6	0.3333	0.1111
(6,8)	G	6	0.6667	0.4445
(7,8)	H	4	0.3333	0.1111
(8,9)	I	12	1.0000	1.0000
(9,10)	J	2	0.3333	0.1111

Sumber: Hasil Analisis

Tabel 13 dapat mempermudah untuk menghitung jumlah varians kegiatan kritis yang telah diketahui pada Tabel 12 dengan menggunakan rumus seperti pada model analisis data (5).

$$\begin{aligned}
 \sigma_i^2 &= \sigma_1^2 + \sum_{i=A}^J \sigma_i^2 \quad i = A, B, C, \dots, J; \sigma_i \text{ kegiatan kritis} \\
 &= \sigma_1^2 + \sigma_A^2 + \sigma_B^2 + \sigma_C^2 + \sigma_E^2 + \sigma_G^2 + \sigma_I^2 + \sigma_J^2 \\
 &= 0 + 0.1111 + 1.0000 + 0.4445 + 0.1111 + 0.4445 + 1.0000 + 0.1111 \\
 &= 3.2223
 \end{aligned}$$

Dari Tabel 1 terlihat bahwa untuk rumah type 54/140 mempunyai target waktu penyelesaian proyek selama 64 hari dan dari perhitungan milestone selama 62 hari yaitu jumlah nilai harapan untuk kegiatan kritis maka dapat dihitung peluangnya dengan rumus:

$$\begin{aligned}
 z &= \frac{T(d) - \mu_i}{\sqrt{\sigma_i^2}} \\
 &= \frac{64 - 62}{\sqrt{3.2223}} \\
 &= \frac{64 - 62}{1.7951} \\
 &= 1.114 \approx 1.11
 \end{aligned}$$

Dengan menggunakan tabel distribusi normal (*Cumulative normal distribution function*) yang ada pada lampiran 8 dapat ditentukan kemungkinan (%) proyek selesai pada target $T(d)$. Sehingga untuk $z = 1.11$ diperoleh angka "probabilitas" sebesar 0.866, hal ini berarti kemungkinan proyek selesai pada target $T(d) = 64$ hari sebesar 86.6%.

E. Analisis Pencapaian Target untuk Rumah Type 70/144

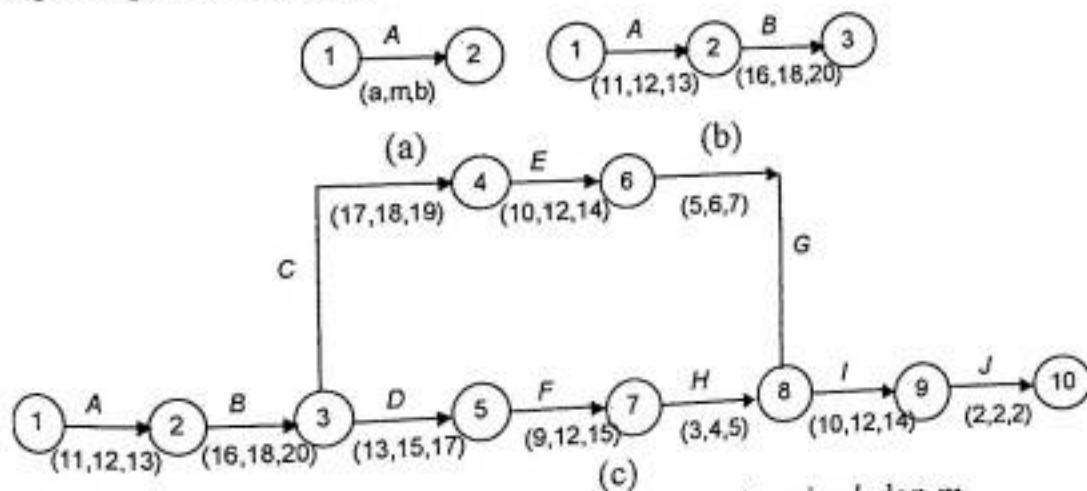
Berdasarkan data pada Tabel 1 dan jadwal pelaksanaan kegiatan dengan angka estimasi yang ada pada Lampiran 5, maka dapat disusun kegiatan-kegiatan seperti pada Tabel 14.

Tabel 14 Susunan kegiatan pelaksanaan pembangunan rumah type 70/144

EVENT	KEGIATAN	KETERANGAN	KEGIATAN YANG MENDAHULUI	JANGKA WAKTU PENYELESAIAN (HARI)		
				Waktu optimistik /Tersingkat (a)	Waktu paling mungkin (m)	Waktu pesimistik /paling lama (b)
(1,2)	A	Pek. Galian tanah/Pondasi	-	11	12	13
(2,3)	B	Pek. Dinding batu merah/pas.kusen	(1,2)	16	18	20
(3,4)	C	Pek. Plesteran/Acian	(2,3)	17	18	19
(3,5)	D	Pek. Rangka atap / Pasang atap	(2,3)	13	15	17
(4,6)	E	Pek. Langit – Langit (Plapon)	(3,4)	10	12	14
(5,7)	F	Pek. lisplank	(3,5)	9	12	15
(6,8)	G	Pek. Lantai	(4,6)	5	6	7
(7,8)	H	Pek.Pasang pintu / Jendela	(5,7)	3	4	5
(8,9)	I	Pek. Pengecatan (Finishing)	(6,8)(7,8)	10	12	14
(9,10)	J	Pek. Halaman	(8,9)	2	2	2

Sumber: Hasil Analisis

Dari hasil analisis pada Tabel 14, maka hubungan antara kegiatan yang satu dengan yang lain dapat digambarkan dengan jaringan kerja (network) seperti pada Gambar 13. Gambar 13(a) menggambarkan kegiatan (1,2) dengan nama kegiatan A dan lamanya kegiatan ditunjukkan dengan angka estimasi (a,m,b) yang dituliskan dibawah anak panah. Gambar 13(b) memperlihatkan kegiatan (1,2) dan (2,3) dengan nama kegiatan A ke B dan lamanya kegiatan ditunjukkan dengan angka estimasi yaitu untuk kegiatan A adalah $(11,12,13)$ dan kegiatan B adalah $(16,18,20)$. Sedangkan Gambar 13(c) menggambarkan kegiatan secara keseluruhan dari Tabel 14 dengan angka-angka estimasinya.



Gambar 13 Jaringan kerja dengan angka-angka estimasi a, b dan m .

Untuk merumuskan hubungan ketiga angka estimasi tersebut menjadi satuangka yang disebut nilai harapan (μ) digunakan rumus seperti pada uraian sebelumnya yaitu pada model analisis data (3).

$$\mu = \frac{(a + 4m + b)}{6}$$

$$\mu_A = \frac{(11 + 4(12) + 13)}{6} = 12$$

$$\mu_B = \frac{(16 + 4(18) + 20)}{6} = 18$$

$$\mu_C = \frac{(17 + 4(18) + 19)}{6} = 18$$

$$\mu_D = \frac{(13 + 4(15) + 17)}{6} = 15$$

$$\mu_E = \frac{(10 + 4(12) + 14)}{6} = 12$$

$$\mu_F = \frac{(9 + 4(12) + 15)}{6} = 12$$

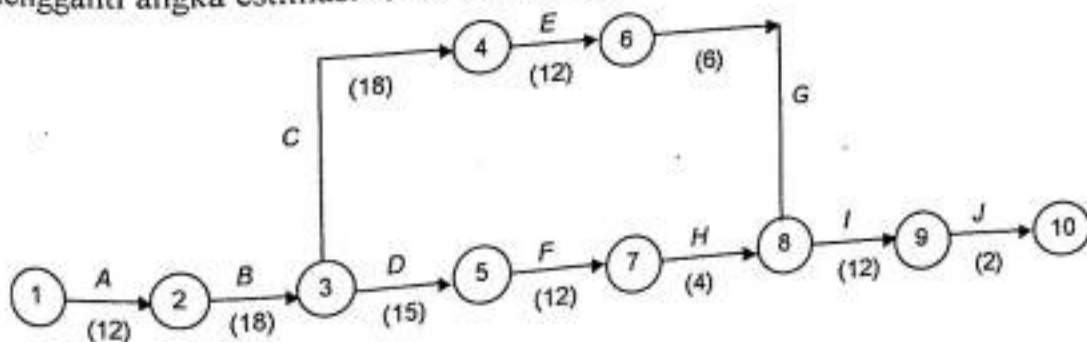
$$\mu_G = \frac{(5 + 4(6) + 7)}{6} = 6$$

$$\mu_H = \frac{(3 + 4(4) + 5)}{6} = 4$$

$$\mu_I = \frac{(10 + 4(12) + 14)}{6} = 12$$

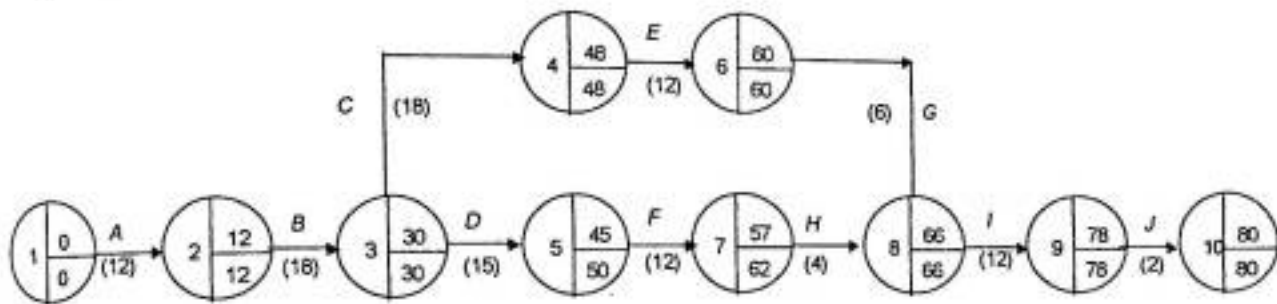
$$\mu_J = \frac{(2 + 4(2) + 2)}{6} = 2$$

Dari hasil perhitungan nilai harapan untuk masing-masing kegiatan maka jaringan kerja pada Gambar 13 dapat digambarkan seperti Gambar 14 dengan mengganti angka estimasi a , b , dan m dengan nilai harapan (μ) yang telah dihitung.



Gambar 14 Jaringan kerja dengan μ

Dengan memperhatikan Gambar 14 yaitu jaringan kerja dengan satu angka untuk masing-masing kegiatan yaitu nilai harapan, dan selanjutnya dapat dihitung angka waktu tercepat kegiatan (*TE*) dan waktu paling lambat kegiatan (*TL*) seperti pada Gambar 15 berikut.



Gambar 15 Jaringan Kerja dengan TE dan TL

Agar dapat dilihat dengan jelas hasil dari analisa network, maka Gambar .15 selanjutnya dapat ditabulasikan kedalam format seperti pada Tabel 15

Tabel 15 Tabulasi hasil Perhitungan Waktu Tercepat Kegiatan (*TE*), Waktu paling Lambat Kegiatan (*TL*) dan Slack

Event	Kegiatan	Kurun Waktu (μ)	(<i>TE</i>)	(<i>TL</i>)	Slack (<i>TL</i>)-(<i>TE</i>)
1	-	-	0	0	0
(1,2)	A	(12)	12	12	0
(2,3)	B	(18)	30	30	0
(3,4)	C	(18)	48	48	0
(3,5)	D	(15)	45	50	5
(4,6)	E	(12)	60	60	0
(5,7)	F	(12)	57	62	5
(6,8)	G	(6)	66	66	0
(7,8)	H	(4)	61	66	5
(8,9)	I	(12)	78	78	0
(9,10)	J	(2)	80	80	0

Sumber: Hasil Analisis

Dari hasil perhitungan yang ditabulasikan pada Tabel 15 terlihat bahwa jalur kritis terdiri dari rangkaian kegiatan 1-2-3-4-6-8-9-10, dengan total waktu penyelesaian proyek sebesar 80 hari. Sedangkan jalur non kritis ialah 3-5-7-8 dengan total slack = 5, maka waktu penyelesaian proyek adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \mu_i &= \mu_1 + \sum_{i=A}^J \mu_i; i = A, B, C, \dots, J; \mu_i \text{ kegiatan kritis} \\ &= \mu_1 + \mu_A + \mu_B + \mu_C + \mu_E + \mu_G + \mu_I + \mu_J \\ &= 0 + 12 + 18 + 18 + 12 + 6 + 12 + 2 \\ &= 80 \text{ hari} \end{aligned}$$

Untuk mengetahui derajat ketidakpastian yang berkaitan dengan estimasi kurun waktu kegiatan dan besarnya ketidakpastian ini tergantung pada besarnya angka yang diperkirakan untuk a dan b . Pada metode ini dikenal dengan Dengan standar deviasi (σ) dan varians kegiatan (σ^2) yang dapat ditentukan nilainya dengan menggunakan rumus seperti pada model analisis data (5).

Kegiatan A

$$\begin{aligned} \mu_A &= \frac{(11 + 4(12) + 13)}{6} = 12 \\ \sigma_A &= \frac{b - a}{6} = \frac{13 - 11}{6} = 0.3333 \\ \sigma_A^2 &= \left[\frac{b - a}{6} \right]^2 = [0.3333]^2 = 0.1111 \end{aligned}$$

Kegiatan B

$$\mu_B = \frac{(16 + 4(18) + 20)}{6} = 18$$

$$\sigma_B = \frac{b-a}{6} = \frac{20-16}{6} = 0.6667$$

$$\sigma_B^2 = \left[\frac{b-a}{6} \right]^2 = [0.6667]^2 = 0.4445$$

Kegiatan C

$$\mu_C = \frac{(17 + 4(18) + 19)}{6} = 18$$

$$\sigma_C = \frac{b-a}{6} = \frac{19-17}{6} = 0.3333$$

$$\sigma_C^2 = \left[\frac{b-a}{6} \right]^2 = [0.3333]^2 = 0.1111$$

Kegiatan D

$$\mu_D = \frac{(13 + 4(15) + 17)}{6} = 15$$

$$\sigma_D = \frac{b-a}{6} = \frac{17-13}{6} = 0.6667$$

$$\sigma_D^2 = \left[\frac{b-a}{6} \right]^2 = [0.6667]^2 = 0.4445$$

Kegiatan E

$$\mu_E = \frac{(10 + 4(12) + 14)}{6} = 12$$

$$\sigma_E = \frac{b-a}{6} = \frac{14-10}{6} = 0.6667$$

$$\sigma_E^2 = \left[\frac{b-a}{6} \right]^2 = [0.6667]^2 = 0.4445$$

Kegiatan F

$$\mu_F = \frac{9 + 4(12) + 15}{6} = 12$$

$$\sigma_F = \frac{b - a}{6} = \frac{15 - 9}{6} = 1.0000$$

$$\sigma_F^2 = \left[\frac{b - a}{6} \right]^2 = [1.0000]^2 = 1.0000$$

Kegiatan G

$$\mu_G = \frac{5 + 4(6) + 7}{6} = 6$$

$$\sigma_G = \frac{b - a}{6} = \frac{7 - 5}{6} = 0.3333$$

$$\sigma_G^2 = \left[\frac{b - a}{6} \right]^2 = [0.3333]^2 = 0.1111$$

Kegiatan H

$$\mu_H = \frac{3 + 4(4) + 5}{6} = 4$$

$$\sigma_H = \frac{b - a}{6} = \frac{5 - 3}{6} = 0.3333$$

$$\sigma_H^2 = \left[\frac{b - a}{6} \right]^2 = [0.3333]^2 = 0.1111$$

Kegiatan I

$$\mu_I = \frac{10 + 4(12) + 14}{6} = 12$$

$$\sigma_I = \frac{b - a}{6} = \frac{14 - 10}{6} = 0.6667$$

$$\sigma_i^2 = \left[\frac{b-a}{6} \right]^2 = [0.6667]^2 = 0.4445$$

Kegiatan J

$$\mu_j = \frac{(2+4(2)+2)}{6} = 2$$

$$\sigma_j = \frac{b-a}{6} = \frac{2-2}{6} = 0$$

$$\sigma_j^2 = \left[\frac{b-a}{6} \right]^2 = [0]^2 = 0$$

Dari hasil perhitungan varians untuk masing-masing kegiatan selanjutnya dapat ditabulasikan seperti pada Tabel 16 berikut.

Tabel 16 Tabulasi σ dan σ^2

Event	Kegiatan	μ	Standar deviasi $\sigma = 1/6 (b-a)$	Varians σ^2
1	-	-	-	-
(1,2)	A	12	0.3333	0.1111
(2,3)	B	18	0.6667	0.4445
(3,4)	C	18	0.3333	0.1111
(3,5)	D	15	0.6667	0.4445
(4,6)	E	12	0.6667	0.4445
(5,7)	F	12	1.0000	1.0000
(6,8)	G	6	0.3333	0.1111
(7,8)	H	4	0.3333	0.1111
(8,9)	I	12	0.6667	0.4445
(9,10)	J	2	0	0

Sumber: Hasil Analisis

Tabel 16 dapat mempermudah untuk menghitung jumlah varians kegiatan kritis yang telah diketahui pada Tabel 15 dengan menggunakan rumus seperti pada model analisis data (5).

$$\begin{aligned}
 \sigma_i^2 &= \sigma_1^2 + \sum_{i=A}^J \sigma_i^2 ; i = A, B, C, \dots, J ; \sigma_i \text{ kegiatan kritis} \\
 &= \sigma_I^2 + \sigma_A^2 + \sigma_B^2 + \sigma_C^2 + \sigma_E^2 + \sigma_G^2 + \sigma_I^2 + \sigma_J^2 \\
 &= 0 + 0.1111 + 0.4445 + 0.1111 + 0.4445 + 0.1111 + 0.4445 + 0 \\
 &= 1.6668
 \end{aligned}$$

Dari Tabel 1 terlihat bahwa rumah type 70/144 mempunyai target waktu penyelesaian proyek selama 81 hari dan dari perhitungan milestone selama 80 hari yaitu jumlah nilai harapan untuk kegiatan kritis maka dapat dihitung peluangnya dengan rumus:

$$\begin{aligned}
 z &= \frac{T(d) - \mu_i}{\sqrt{\sigma_i^2}} \\
 &= \frac{81 - 80}{\sqrt{1.6668}} \\
 &= \frac{81 - 80}{1.2910} \\
 &= 0.7745 \approx 0.77
 \end{aligned}$$

Dengan menggunakan tabel distribusi normal (*Cumulative normal distribution function*) yang ada pada lampiran 8 dapat ditentukan kemungkinan (%) proyek selesai pada target $T(d)$. Sehingga untuk $z = 0.77$ diperoleh angka "probabilitas" sebesar 0.7794, hal ini berarti kemungkinan proyek selesai pada target $T(d) = 81$ hari sebesar 77.9%.

Analisis Faktor-Faktor Yang Mempengaruhi Pelaksanaan Proyek

Dengan keterbatasan informasi yang diperoleh dari pihak pengelola proyek, maka dilakukan penelitian langsung untuk menganalisis faktor-faktor yang dapat mempengaruhi pelaksanaan proyek sehingga dapat menghasilkan analisis deskriptif. Sebagai bahan acuan dapat dilihat data pada Tabel 17 berikut.

Tabel 17 Tabulasi realisasi dan target

Type Rumah	Realisasi (Hari)	Target (Hari)
Type 21/84	48	36
Type 36/112	66	50
Type 45/112	84	64
Type 54/140	84	64
Type 70/144	111	81

Sumber: Tabel 1

Dari tabel diatas dapat dilihat bahwa dalam pelaksanaan pembangunan rumah type 21/84 belum mencapai target, yaitu jangka waktu yang ditargetkan untuk dapat menyelesaikan pembangunan selama 36 hari sedangkan yang terealisasi selama 48 hari. Begitu juga untuk type rumah yang lainnya ternyata juga belum pernah mencapai target. Dan hasil penelitian langsung yaitu wawancara langsung dengan pihak pimpinan proyek, bahwa yang menghambat kegiatan pembangunan yaitu akibat keterlambatan persediaan material dari pihak developer. Selain itu faktor penghambat

lainnya yaitu musim hujan yang berkepanjangan, karena pada saat musim hujan tiba biasanya beberapa kegiatan akan berakibat buruk bahkan dapat menyebabkan kerugian apabila dipaksa untuk dikerjakan. Seperti halnya pada saat penimbunan tanah yang dilanjutkan dengan kegiatan pondasi. Sehingga untuk mengurangi kerugian, biasanya kegiatan dihentikan untuk sementara. Dan dilakukan jika kegiatan ini merupakan kegiatan awal dari proses pembangunan rumah. Tetapi sebaliknya jika kegiatan yang terhambat akibat musim hujan bukan merupakan proses awal, maka kegiatan dialihkan pada kegiatan berikutnya misalnya pemasangan plapon, pintu/jendela dan sebagainya yang tidak terpengaruh akibat musim hujan.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Dari hasil analisa dapat disimpulkan bahwa :

1. Rumah type 21/84 dengan milestone (*expected duration time*) selama 35 hari dan target 36 hari diperoleh kemungkinan (%) mencapai target sebesar 72.9%.
2. Rumah type 36/112 dengan milestone (*expected duration time*) selama 48 hari dan target 50 hari diperoleh kemungkinan (%) mencapai target sebesar 80.5 %.
3. Rumah type 45/112 dan type 54/140 dengan milestone (*expected duration time*) selama 62 hari dan target 64 hari diperoleh kemungkinan (%) mencapai target sebesar 86.6 %.
4. Rumah type 70/144 dengan milestone (*expected duration time*) selama 80 hari dan target 81 hari diperoleh kemungkinan (%) mencapai target sebesar 77.9 %.
6. Dari hasil analisis deskriptif yaitu dilakukan dengan penelitian langsung dapat diketahui bahwa faktor yang dapat menghambat pelaksanaan proyek yaitu keterlambatan persediaan material dari pihak Developer dan akibat musim hujan.

B. Saran

Diharapkan pihak pengelola proyek dapat lebih meningkatkan kualitas perencanaan dan pengendalian proyek agar dicapai hasil guna yang maksimal dengan lebih memperhitungkan kurun waktu penyelesaian proyek dan memanfaatkan semaksimal mungkin sumber daya yang tersedia.

DAFTAR PUSTAKA

- Hamdy A Taha. 1976. *Operations Research an Introduction* Second Editions. INC. New York.
- _____, 1996. *Riset Operasi*. Edisi Kelima. Jakarta.
- Iman Socharto. 1997. *Manajemen Proyek*, Jakarta .
- PT. Murti Graha Perkasa Dinamika. 2002. *Pengelola Proyek di Perumahan Bumi Permata Sudiang*. Makassar.
- Ronald E walpole, Raymond H Myers. 1995. *Ilmu Peluang dan Statistik untuk Insinyur dan Ilmuwan*. ITB.Bandung.
- Robert V. Hoog, Allen T. Craig. 1995. *Introduction to Mathematical Statistics*. Fifth Edition. INC.New Jersey.
- Subagyo Pangestu, dkk. 2000. *Dasar-Dasar Operations Research*. Edisi Kedua. Universitas Gadjah Mada. Yokyakarta.

Lampiran-Lampiran

JADWAL PELAKSANAAN PEMBANGUNAN RUMAH TYPE 21/84

No	KEGLATAN	WAKTU PENYELESAIAN (HARI)		
		Waktu optimistik / Tersingkat (a)	Waktu paling mungkin (m)	Waktu pesimistik / paling lama (b)
1	Pek. Galian tanah/Pondasi	3	6	9
2	Pek. Dinding batu merah/pas.kusen	5	6	7
3	Pek. Plesteran/Acian	5	6	7
4	Pek. Rangka atap / Pasang atap	4	6	8
5	Pek. Langit – Langit (Plapon)	4	6	8
6	Pek. lisplank	1	2	3
7	Pek. Lantai	2	4	6
8	Pek.Pasang pintu / Jendela	2	3	4
9	Pek. Pengecatan (Finishing)	5	6	7
10	Pek. Halaman	1	3	5

Makassar, 12 Maret 2003
 Pimpinan Proyek PT. Murti Graha PD.



JADWAL PELAKSANAAN PEMBANGUNAN TYPE 36/112

No	KEGIATAN	WAKTI PENYELESAIAN (HARI)		
		Waktu optimistik /Tersingkat (a)	Waktu paling mungkin (m)	Waktu pesimistik /paling lama (b)
1	Pek. Galian tanah / Pondasi	4	6	8
2	Pek. Dinding batu meraiv/pas.kusen	9	12	15
3	Pek. Plesteran / Acian	7	9	11
4	Pek. Rangka atap / Pasang atap	8	9	10
5	Pek. Langit - Langit (Plapon)	8	9	10
6	Pek. Lisplank	2	3	4
7	Pek. Lantai	4	6	8
8	Pek.Pasang pintu / Jendela	2	3	4
9	Pek. Pengecatan (Finishing)	4	6	8
10	Pek. Halaman	2	3	4

Makassar, 12 Maret 2003
 Pimpinan Proyek PT. Murti Graha PD.



JADWAL PELAKSANAAN PEMBANGUNAN RUMAH TYPE 45/112

No	KEGIATAN	WAKTU PENYELESAIAN (HARI)		
		Waktu optimistik /Tersingkat (a)	Waktu paling mungkin (m)	Waktu pesimistik /paling lama (b)
1	Pek. Galian tanah / Pondasi	5	6	7
2	Pek. Dinding batu merah/pas.kusen	12	15	18
3	Pek. Plesteran / Acian	11	12	13
4	Pek. Rangka atap / Pasang atap	10	12	14
5	Pek. Langit - Langit (Plapon)	8	9	10
6	Pek. lisplank	4	6	8
7	Pek. Lantai	5	6	7
8	Pek.Pasang pintu / Jendela	3	4	5
9	Pek. Pengecatan (Finishing)	9	12	15
10	Pek. Halaman	1	2	3

Makassar. 12 Maret 2003.

Pimpinan Proyek PT. Murti Graha PD.



JADWAL PELAKSANAAN PEMBANGUNAN RUMAH TYPE 54/140

No	KEGIATAN	WAKTU PENYELESAIAN (HARI)		
		Waktu optimistik /Tersingkat (a)	Waktu paling mungkin (m)	Waktu pesimistik /paling lama (b)
1	Pek. Galian tanah / Pondasi	5	6	7
2	Pek. Dinding batu merali/pas.kusen	12	15	18
3	Pek. Plesteran / Acian	11	12	13
4	Pek. Rangka atap / Pasang atap	10	12	14
5	Pek. Langit - Langit (Plapon)	8	9	10
6	Pek. Liplank	4	6	8
7	Pek. Lantai	5	6	7
8	Pek. Pasang pintu / Jendela	3	4	5
9	Pek. Pengecatan (Finishing)	9	12	15
10	Pek. Halaman	1	2	3

Makassar. 12 Maret 2003

Pimpinan Proyek PT. Murti Graha PD.



JADWAL PELAKSANAAN PEMBANGUNAN RUMAH TYPE 70/144

No	KEGLATAN	WAKTU PENYELESAIAN (HARI)		
		Waktu optimistik /Tersingkat (a)	Waktu paling mungkin (m)	Waktu pesimistik /paling lama (b)
1	Pek. Galian tanah / Pondasi	11	12	13
2	Pek. Dinding batu merah/pas.kusen	16	18	20
3	Pek. Plesteran / Acian	13	15	17
4	Pek. Rangka atap / Pasang atap	17	18	19
5	Pek. Langit - Langit (Plapon)	10	12	14
6	Pek. lisplank	5	6	7
7	Pek. Lantai	9	12	15
8	Pek. Pasang pintu / Jendela	3	4	5
9	Pek. Pengecatan (Finishing)	10	12	14
10	Pek. Halaman	2	2	2

Makassar, 12 Maret 2003

Pimpinan Proyek PT. Murti Graha. PD.



[Handwritten Signature]
RUSLAN

{Lampiran 6}

Program Metode PERT;

Uses crt;

Var

a1,b1,m1,a2,b2,m2,a3,b3,m3,a4,b4,m4,a5,b5,m5 :integer;
a6,b6,m6,a7,b7,m7,a8,b8,m8,a9,b9,m9,a10,b10,m10,T :integer;
t1,t2,t3,t4,t5,t6,t7,t8,t9,t10:real;
s1,s2,s3,s4,s5,s6,s7,s8,s9,s10:real;
d1,d2,d3,d4,d5,d6,d7,d8,d9,d10,z:real;
Keterangan,Komentar :string[25];

Begin

Clrscr;

Write ('input data duration time of activity');

Readln(a1);Readln(b1);Readln(m1);Readln(a2);Readln(b2);Readln(m2);
Readln(a3);Readln(b3);Readln(m3);Readln(a4);Readln(b4);Readln(m4);
Readln(a5);Readln(b5);Readln(m5);Readln(a6);Readln(b6);Readln(m6);
Readln(a7);Readln(b7);Readln(m7);Readln(a8);Readln(b8);Readln(m8);
Readln(a9);Readln(b9);Readln(m9);Readln(a10);Readln(b10);Readln(m10);
Readln(T);Readln;

t1:= (a1+(4*m1)+b1)/6;

t2:= (a2+(4*m2)+b2)/6;

t3:= (a3+(4*m3)+b3)/6;

t4:= (a4+(4*m4)+b4)/6;

t5:= (a5+(4*m5)+b5)/6;

t6:= (a6+(4*m6)+b6)/6;

t7:= (a7+(4*m7)+b7)/6;

t8:= (a8+(4*m8)+b8)/6;

t9:= (a9+(4*m9)+b9)/6;

t10:= (a10+(4*m10)+b10)/6;

Writeln('Berikut nilai expectasi dari activity');

Writeln('Nilai t1 =',t1);Writeln('Nilai t2 =',t2);

Writeln('Nilai t3 =',t3);Writeln('Nilai t4 =',t4);

Writeln('Nilai t5 =',t5);Writeln('Nilai t6 =',t6);

{Lanjutan Lampiran 6}

```
Writeln('Nilai t7 =',t7);Writeln('Nilai t8 =',t8);  
Writeln('Nilai t9 =',t9);Writeln('Nilai t10 =',t10);  
Readln;
```

Begin

```
s1:=(b1-a1)/6;  
s2:=(b2-a2)/6;  
s3:=(b3-a3)/6;  
s4:=(b4-a4)/6;  
s5:=(b5-a5)/6;  
s6:=(b6-a6)/6;  
s7:=(b7-a7)/6;  
s8:=(b8-a8)/6;  
s9:=(b9-a9)/6;  
s10:=(b10-a10)/6;  
Writeln('Deviasi standar dari activity adalah sebagai berikut');  
Writeln('Nilai s1 =',s1);Writeln('Nilai s2 =',s2);  
Writeln('Nilai s3 =',s3);Writeln('Nilai s4 =',s4);  
Writeln('Nilai s5 =',s5);Writeln('Nilai s6 =',s6);  
Writeln('Nilai s7 =',s7);writeln('Nilai s8 =',s8);  
Writeln('Nilai s9 =',s9);Writeln('Nilai s10 =',s10);  
Readln;  
end;
```

Begin

```
d1:=s1*s1;  
d2:=s2*s2;  
d3:=s3*s3;  
d4:=s4*s4;  
d5:=s5*s5;  
d6:=s6*s6;  
d7:=s7*s7;  
d8:=s8*s8;  
d9:=s9*s9;  
d10:=s10*s10;
```

{Lanjutan Lampiran 6}

```
Writeln('Varians dari activity adalah');  
Writeln('Nilai d1 =',d1);Writeln('Nilai d2 =',d2);  
Writeln('Nilai d3 =',d3);Writeln('Nilai d4 =',d4);  
Writeln('Nilai d5 =',d5);Writeln('Nilai d6 =',d6);  
Writeln('Nilai d7 =',d7);Writeln('Nilai d8 =',d8);  
Writeln('Nilai d9 =',d9);Writeln('Nilai d10 =',d10);  
Readln;  
end;
```

Begin

```
tJ1:= t1+ t2+ t3+ t5+ t7+ t9+ t10;  
tJ2:= t1+ t2+ t4+ t6+ t8+ t9+ t10;  
if tJ1>tJ2 then  
begin  
Keterangan:='tJ1 jalur kritis';  
tJK:=tJ1;  
end;  
sdJ1:= d1+d2+d3+d5+d7+d9+d10;  
sdJ2:= d1+d2+d4+d6+d8+d9+d10;  
if sdJ1>sdJ2 then  
begin  
Komentar:='sdJ1 jalur kritis';  
sdJK:=sdJ1  
end;  
z:=(T-tJK)/sqrt(sdJK);  
Writeln('Sehingga diperoleh jalur kritis dan nilai z adalah');  
Writeln('Keterangan :',Keterangan);  
Writeln('Expectasi jalur kritis =',tJK);  
Writeln('Komentar :',Komentar);  
Writeln('Varians jalur kritis =',sdJK);  
Writeln('Dengan tbl dist normal maka nilai z u/ menentukan % target =',z);  
Readln;  
end;  
end.
```

{ Lampiran 7 }

input data duration time of activity

3

9

6

5

7

6

4

8

6

5

7

6

4

8

6

2

6

4

1

3

2

2

4

3

5

7

6

1

5

3

36

{ Lanjutan Lampiran 7 }

Berikut nilai expectancy dari activity

Nilai $t_1 = 6.0000000000E+00$

Nilai $t_2 = 6.0000000000E+00$

Nilai $t_3 = 6.0000000000E+00$

Nilai $t_4 = 6.0000000000E+00$

Nilai $t_5 = 6.0000000000E+00$

Nilai $t_6 = 4.0000000000E+00$

Nilai $t_7 = 2.0000000000E+00$

Nilai $t_8 = 3.0000000000E+00$

Nilai $t_9 = 6.0000000000E+00$

Nilai $t_{10} = 3.0000000000E+00$

Deviasi standar dari activity adalah sebagai berikut

Nilai $s_1 = 1.0000000000E+00$

Nilai $s_2 = 3.3333333333E-01$

Nilai $s_3 = 6.6666666667E-01$

Nilai $s_4 = 3.3333333333E-01$

Nilai $s_5 = 6.6666666667E-01$

Nilai $s_6 = 6.6666666667E-01$

Nilai $s_7 = 3.3333333333E-01$

Nilai $s_8 = 3.3333333333E-01$

Nilai $s_9 = 3.3333333333E-01$

Nilai $s_{10} = 6.6666666667E-01$

Varians dari activity adalah

Nilai $d_1 = 1.0000000000E+00$

Nilai $d_2 = 1.1111111111E-01$

Nilai $d_3 = 4.4444444444E-01$

Nilai $d_4 = 1.1111111111E-01$

Nilai $d_5 = 4.4444444444E-01$

Nilai $d_6 = 4.4444444444E-01$

Nilai $d_7 = 1.1111111111E-01$

{ Lanjutan Lampiran 7 }

Nilai d8 = 1.111111111E-01

Nilai d9 = 1.111111111E-01

Nilai d10 = 4.444444444E-01

Sehingga diperoleh jalur kritis dan nilai z adalah

Keterangan : tJ1 jalur kritis

expectasi jalur kritis = 3.500000000E+01

Komentar : sdJ1 jalur kritis

Varians jalur kritis = 2.666666667E+00

Dengan tbl dist normal maka nilai z u/ menentukan % target = 6.1237243570E-01

{ Lampiran 8}

input data duration time of activity

- 4
- 8
- 6
- 9
- 15
- 12
- 8
- 10
- 9
- 7
- 11
- 9
- 8
- 10
- 9
- 4
- 8
- 6
- 2
- 4
- 3
- 2
- 4
- 3
- 4
- 8
- 6
- 2
- 4
- 3
- 50

{ Lanjutan Lampiran 8 }

Berikut nilai expectancy dari activity

Nilai $t_1 = 6.0000000000E+00$

Nilai $t_2 = 1.2000000000E+01$

Nilai $t_3 = 9.0000000000E+00$

Nilai $t_4 = 9.0000000000E+00$

Nilai $t_5 = 9.0000000000E+00$

Nilai $t_6 = 6.0000000000E+00$

Nilai $t_7 = 3.0000000000E+00$

Nilai $t_8 = 3.0000000000E+00$

Nilai $t_9 = 6.0000000000E+00$

Nilai $t_{10} = 3.0000000000E+00$

Deviasi standar dari activity adalah sebagai berikut

Nilai $s_1 = 6.6666666667E-01$

Nilai $s_2 = 1.0000000000E+00$

Nilai $s_3 = 3.3333333333E-01$

Nilai $s_4 = 6.6666666667E-01$

Nilai $s_5 = 3.3333333333E-01$

Nilai $s_6 = 6.6666666667E-01$

Nilai $s_7 = 3.3333333333E-01$

Nilai $s_8 = 3.3333333333E-01$

Nilai $s_9 = 6.6666666667E-01$

Nilai $s_{10} = 3.3333333333E-01$

Varians dari activity adalah

Nilai $d_1 = 4.4444444444E-01$

Nilai $d_2 = 1.0000000000E+00$

Nilai $d_3 = 1.1111111111E-01$

Nilai $d_4 = 4.4444444444E-01$

Nilai $d_5 = 1.1111111111E-01$

Nilai $d_6 = 4.4444444444E-01$

Nilai $d_7 = 1.1111111111E-01$



{ Lanjutan Lampiran 8 }

Nilai d8 = 1.111111111E-01

Nilai d9 = 4.444444444E-01

Nilai d10 = 1.111111111E-01

Sehingga diperoleh jalur kritis dan nilai z adalah

Keterangan : tJ1 jalur kritis

expectasi jalur kritis = 4.800000000E+01

Komentar : sdJ1 jalur kritis

Varians jalur kritis = 2.333333333E+00

Dengan tbl dist normal maka nilai z u/ menentukan % target = 1.3093073414E+00

{ Lampiran 9}

input data duration time of activity

5

7

6

12

18

15

10

14

12

11

13

12

8

10

9

5

7

6

4

8

6

3

5

4

9

15

12

1

3

2

64

{ Lanjutan Lampiran 9 }

Berikut nilai expectasi dari activity

Nilai $t_1 = 6.0000000000E+00$

Nilai $t_2 = 1.5000000000E+01$

Nilai $t_3 = 1.2000000000E+01$

Nilai $t_4 = 1.2000000000E+01$

Nilai $t_5 = 9.0000000000E+00$

Nilai $t_6 = 6.0000000000E+00$

Nilai $t_7 = 6.0000000000E+00$

Nilai $t_8 = 4.0000000000E+00$

Nilai $t_9 = 1.2000000000E+01$

Nilai $t_{10} = 2.0000000000E+00$

Deviasi standar dari activity adalah sebagai berikut

Nilai $s_1 = 3.3333333333E-01$

Nilai $s_2 = 1.0000000000E+00$

Nilai $s_3 = 6.6666666667E-01$

Nilai $s_4 = 3.3333333333E-01$

Nilai $s_5 = 3.3333333333E-01$

Nilai $s_6 = 3.3333333333E-01$

Nilai $s_7 = 6.6666666667E-01$

Nilai $s_8 = 3.3333333333E-01$

Nilai $s_9 = 1.0000000000E+00$

Nilai $s_{10} = 3.3333333333E-01$

Varians dari activity adalah

Nilai $d_1 = 1.1111111111E-01$

Nilai $d_2 = 1.0000000000E+00$

Nilai $d_3 = 4.4444444444E-01$

Nilai $d_4 = 1.1111111111E-01$

Nilai $d_5 = 1.1111111111E-01$

Nilai $d_6 = 1.1111111111E-01$

Nilai $d_7 = 4.4444444444E-01$

{ Lanjutan Lampiran 9}

Nilai d8 = 1.111111111E-01

Nilai d9 = 1.000000000E+00

Nilai d10 = 1.111111111E-01

Sehingga diperoleh jalur kritis dan nilai z adalah

Keterangan : tJ1 jalur kritis

expectasi jalur kritis = 6.200000000E+01

Komentar : sdJ1 jalur kritis

Varians jalur kritis = 3.222222222E+00

Dengan tbl dist normal maka nilai z w/ menentukan % target = 1.114172029E+00

{ Lampiran 10}

input data duration time of activity

- 11
- 13
- 12
- 16
- 20
- 18
- 17
- 19
- 18
- 13
- 17
- 15
- 10
- 14
- 12
- 9
- 15
- 12
- 5
- 7
- 6
- 3
- 5
- 4
- 10
- 14
- 12
- 2
- 2
- 2
- 81

{ Lanjutan Lampiran 10}

Berikut nilai expectancy dari activity

$$\text{Nilai } t_1 = 1.2000000000E+01$$

$$\text{Nilai } t_2 = 1.8000000000E+01$$

$$\text{Nilai } t_3 = 1.8000000000E+01$$

$$\text{Nilai } t_4 = 1.5000000000E+01$$

$$\text{Nilai } t_5 = 1.2000000000E+01$$

$$\text{Nilai } t_6 = 1.2000000000E+01$$

$$\text{Nilai } t_7 = 6.0000000000E+00$$

$$\text{Nilai } t_8 = 4.0000000000E+00$$

$$\text{Nilai } t_9 = 1.2000000000E+01$$

$$\text{Nilai } t_{10} = 2.0000000000E+00$$

Deviasi standar dari activity adalah sebagai berikut

$$\text{Nilai } s_1 = 3.3333333333E-01$$

$$\text{Nilai } s_2 = 6.6666666667E-01$$

$$\text{Nilai } s_3 = 3.3333333333E-01$$

$$\text{Nilai } s_4 = 6.6666666667E-01$$

$$\text{Nilai } s_5 = 6.6666666667E-01$$

$$\text{Nilai } s_6 = 1.0000000000E+00$$

$$\text{Nilai } s_7 = 3.3333333333E-01$$

$$\text{Nilai } s_8 = 3.3333333333E-01$$

$$\text{Nilai } s_9 = 6.6666666667E-01$$

$$\text{Nilai } s_{10} = 0.0000000000E+00$$

Varians dari activity adalah

$$\text{Nilai } d_1 = 1.1111111111E-01$$

$$\text{Nilai } d_2 = 4.4444444444E-01$$

$$\text{Nilai } d_3 = 1.1111111111E-01$$

$$\text{Nilai } d_4 = 4.4444444444E-01$$

$$\text{Nilai } d_5 = 4.4444444444E-01$$

$$\text{Nilai } d_6 = 1.0000000000E+00$$

$$\text{Nilai } d_7 = 1.1111111111E-01$$

{ Lanjutan Lampiran 10}

Nilai d8 = 1.111111111E-01

Nilai d9 = 4.444444444E-01

Nilai d10 = 0.000000000E+00

Sehingga diperoleh jalur kritis dan nilai z adalah

Keterangan : tJ1 jalur kritis

expectasi jalur kritis = 8.000000000E+01

Komentar : sdJ1 jalur kritis

Varians jalur kritis = 1.666666667E+00

Dengan tbl dist normal maka nilai z u/ menentukan % target = 7.7459666924E-01

DISTRIBUSI NORMAL KUMULATIF Z

Z	.00	.01	.02	.03	.04	.05	.06	.07	.08	.09
- .0	5000	4960	4920	4880	4840	4801	4761	4721	4681	4641
- .1	4002	4562	4522	4483	4443	4404	4364	4325	4286	4247
- .2	4207	4168	4129	4090	4052	4013	3974	3936	3897	3859
- .3	3521	3783	3745	3707	3669	3632	3594	3557	3520	3483
- .4	3446	3409	3372	3336	3300	3264	3228	3192	3156	3121
- .5	3085	3050	3015	2981	2946	2912	2877	2843	2810	2776
- .6	2743	2709	2676	2643	2611	2578	2546	2514	2483	2451
- .7	2420	2389	2358	2327	2297	2266	2236	2206	2177	2148
- .8	2119	2090	2061	2033	2005	1977	1949	1922	1894	1867
- .9	1841	1814	1788	1762	1736	1711	1685	1660	1635	1611
-1.0	1587	1562	1539	1515	1492	1469	1446	1423	1401	1379
-1.1	1357	1335	1314	1292	1271	1251	1230	1210	1190	1170
-1.2	1151	1131	1112	1093	1075	1056	1038	1020	1003	09853
-1.3	09680	09510	09342	09176	09012	08851	08691	08534	08379	08226
-1.4	08076	07927	07780	07636	07493	07353	07215	07078	06944	06811
-1.5	06681	06552	06426	06301	06178	06057	05938	05821	05705	05592
-1.6	05480	05370	05262	05155	05050	04947	04846	04746	04648	04551
-1.7	04457	04363	04272	04182	04093	04006	03920	03836	03754	03673
-1.8	03593	03515	03438	03362	03288	03216	03144	03074	03005	02938
-1.9	02872	02807	02743	02680	02619	02559	02500	024420	2385	02330
-2.0	02275	02222	02169	02113	02068	02028	01970	01923	01876	01831
-2.1	01786	01743	01700	01659	01618	01578	01539	01500	01463	01426
-2.2	01390	01355	01321	01287	01255	01222	01191	01160	01130	01101
-2.3	01072	01044	01017	09903	09642	09387	09137	08894	08656	08424
-2.4	08198	07976	07760	07549	07344	07143	06947	06756	06569	06387
-2.5	06210	06037	05868	05703	05543	05386	05234	05085	04940	04799
-2.6	04661	04527	04396	04269	04145	04025	03907	03793	03681	03573
-2.7	03467	03364	03264	03167	03072	02980	02890	02803	02718	02635
-2.8	02555	02477	02401	02327	02256	02186	02118	02052	01988	01926
-2.9	01866	01807	01750	01695	01641	01589	01538	01489	01441	01395
-3.0	01350	01306	01264	01223	01183	01144	01107	01070	01035	01001
-3.1	09876	09354	09043	08740	08447	08164	07888	07622	07364	07114
-3.2	06671	06637	06410	06190	05976	05770	05571	05377	05190	05009
-3.3	04834	04665	04501	04342	04189	04041	03897	03758	03624	03495
-3.4	03369	03248	03131	03018	02909	02803	02701	02602	02507	02415
-3.5	02326	02241	02158	02078	02001	01926	01854	01785	01718	01653
-3.6	01591	01531	01473	01417	01363	01311	01261	01213	01166	01121
-3.7	01078	01036	09961	09574	09201	08842	08496	08162	07841	07532
-3.8	07235	06948	06673	06407	06152	05906	05669	05442	05223	05012
-3.9	04810	04615	04427	04247	04074	03906	03747	03594	03446	03304
-4.0	03167	03036	02910	02789	02673	02561	02454	02351	02252	02157
-4.1	02066	01987	01894	01814	01737	01662	01591	01523	01456	01395
-4.2	01335	01277	01222	01168	01118	01069	01022	09774	09345	08934
-4.3	08540	08163	07801	07455	07124	06807	06503	06212	05934	05668
-4.4	05413	05169	04935	04712	04498	04294	04098	03911	03732	03561
-4.5	03398	03241	03092	02949	02813	02682	02558	02439	02325	02216
-4.6	02112	02013	01919	01828	01742	01660	01581	01506	01434	01368
-4.7	01301	01239	01179	01123	01069	01017	09680	09211	08765	08339
-4.8	07933	07545	07178	06827	06492	06173	05869	05580	05304	05042
-4.9	04792	04554	04327	04111	03906	03711	03525	03348	03179	03019

Z	.00	.01	.02	.03	.04	.05	.06	.07	.08	.09
0	5090	5040	5080	5120	5160	5199	5239	5279	5319	5359
1	5398	5438	5478	5517	5557	5596	5636	5675	5714	5753
2	5793	5832	5871	5910	5948	5987	6026	6064	6103	6141
3	6179	6217	6255	6293	6331	6368	6406	6443	6480	6517
4	6554	6591	6628	6664	6700	6736	6772	6808	6844	6879
5	6915	6950	6985	7019	7054	7088	7123	7157	7190	7114
6	7257	7291	7324	7357	7389	7422	7454	7486	7517	7549
7	7580	7611	7642	7673	7703	7734	7764	7794	7823	7852
8	7881	7910	7939	7967	7995	8023	8051	8078	8106	8133
9	8159	8186	8212	8238	8364	8289	8315	8340	8365	8389
1.0	8413	8438	8461	8485	8508	8531	8554	8577	8599	8621
1.1	8643	8665	8686	8708	8729	8749	8770	8790	8810	8830
1.2	8849	8869	8888	8907	8925	8944	8962	8980	8997	90147
1.3	90320	90490	90658	90824	90988	91149	91309	91466	91621	91774
1.4	91924	92073	92220	92364	92507	92647	92785	92922	93056	93189
1.5	93319	93448	93574	93699	93822	93943	94062	94179	94295	94408
1.6	94520	94630	94738	94845	94950	95053	95154	95254	95352	95449
1.7	95543	95637	95728	95818	95907	95994	96080	96164	96246	96327
1.8	96407	96485	96562	96638	96712	96784	96856	96926	96995	97062
1.9	97128	97193	97257	97320	97381	97441	97500	97558	97615	97670
2.0	97725	97778	97831	97882	97932	97982	98030	98077	98124	98169
2.1	98214	98257	98300	98341	98382	98422	98461	98500	98537	98574
2.2	98610	98645	98679	98713	98745	98778	98809	98840	98870	98899
2.3	98928	98956	98983	990097	990358	990613	990863	991106	991344	991573
2.4	991802	992024	992240	992451	992656	992857	993053	993244	993431	993613
2.5	993790	993963	994132	994297	994457	994614	994768	994915	995060	995201
2.6	995339	995473	995604	995731	995855	995975	996093	996207	996319	996427
2.7	996533	996636	996736	996833	996928	997020	997110	997197	997282	997365
2.8	997445	997523	997599	997673	997744	997814	997882	997948	998012	998074
2.9	998134	998193	998250	998305	998359	998411	998462	998511	998559	998605
3.0	998650	998694	998736	998777	998817	998856	998893	998930	998965	998999
3.1	9990324	9990646	9990957	9991260	9991553	9991836	9992112	9992378	9992636	9992886
3.2	9993129	9993363	9993590	9993810	9994024	9994230	9994429	9994623	9994810	9994991
3.3	9995166	9995335	9995499	9995658	9995811	9995959	9996103	9996242	9996376	9996505
3.4	9996631	9996752	9996869	9996982	9997091	9997197	9997299	9997398	9997493	9997585
3.5	9997674	9997759	9997842	9997922	9997999	9998074	9998146	9998215	9998282	9998347
3.6	9998409	9998469	9998527	9998583	9998637	9998689	9998739	9998787	9998834	9998879
3.7	9998922	9998964	99990039	99990426	99990799	99991158	99991504	99991838	99992159	99992468
3.8	99992765	99993052	99993327	99993593	99993848	99994094	99994331	99994558	99994777	99994988
3.9	99995190	99995385	99995573	99995753	99995926	99996092	99996253	99996404	99996554	99996696
4.0	99996832	99996964	99997090	99997211	99997327	99997439	99997546	99997649	99997748	99997843
4.1	99997934	99998022	99998106	99998186	99998263	99998338	99998409	99998477	99998542	99998605
4.2	99998665	99998723	99998778	99998832	99998882	99998931	99998978	999990226	999990655	999991066
4.3	999991460	999991837	999992199	999992545	999992876	999993193	999993497	999993788	999994066	999994332
4.4	999994587	999994831	999995065	999995288	999995502	999995706	999995902	999996089	999996268	999996439
4.5	999996602	999996759	999996906	999997051	999997187	999997318	999997442	999997561	999997675	999997784
4.6	999997868	999997987	999998081	999998172	999998258	999998340	999998419	999998494	999998566	999998634
4.7	999998699	999998761	999998821	999998877	999998931	999998983	9999990320	9999990789	9999991235	9999991661
4.8	9999992067	9999992453	9999992822	9999993173	9999993508	9999993827	9999994131	9999994420	9999994696	9999994958
4.9	9999995208	9999995446	9999995673	9999995889	9999996094	9999996289	9999996475	9999996652	9999996821	9999996981